

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2018.10.022

PVDF 膜的紫外透过率影响因素及其对背板老化速度的影响

黄欢^{1,2}, 周君^{1,2}, 何甜甜^{1,2}, 李建^{1,2}, 周俊^{1,2}, 石娜^{1,2}

(1. 上海回天新材料有限公司, 上海 201616; 2. 常州回天新材料有限公司, 江苏常州 213166)

摘要: 研究了光伏电池组件背板用聚偏氟乙烯 (PVDF) 膜配方中关键成分——钛白粉含量、PVDF 树脂含量, 紫外助剂种类, 以及 PVDF 膜厚度对于 PVDF 膜产品的紫外线透过率的影响。研究发现, PVDF 膜的紫外透过率指标严重影响了光伏背板在光老化环境中的寿命, 紫外透过率大的 PVDF 膜制成的背板在 30 kWh/m² 紫外辐照量下就会失效 (也就相当于户外 3~5 年寿命), 而紫外透过率在 0.1% 以下的 PVDF 膜制成的背板在 210 kWh/m² 紫外辐照下性能基本不衰减 (相当于户外 25 年以上寿命)。通过这些研究, 为背板高可靠性研发、生产和选用提供了数据基础, 可以为行业对于氟膜标准制定提供方法。

关键词: 光伏背板; 聚偏氟乙烯膜; 紫外线透过率; 紫外老化; 可靠性

中图分类号: TQ324.8 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3539(2018)10-0111-06

Influencing Factors of UV-light Transmittance of PVDF Film and Effect on Aging Rate of PV Backsheet

Huang Huan^{1,2}, Zhou Jun^{1,2}, He Tian Tian^{1,2}, Li Jian^{1,2}, Zhou Jun^{1,2}, Shi Na^{1,2}

(1. Shanghai Huitian New Material Co., Ltd, Shanghai 201616, China; 2. Changzhou Huitian New Material Co., Ltd, Changzhou 213166, China)

Abstract: The effects of the content of key ingredients in polyvinylidene fluoride (PVDF) film used in solar module backsheet, that is TiO₂, and PVDF, types of UV agents, and film thickness on the UV light transmittance of PVDF film were investigated. The results show that UV transmittance can influence the lifetime of backsheet in UV aging environment. Backsheet with PVDF film of large UV transmittance would disable after only 30 kWh/m² UV irradiation, while that of UV transmittance below 0.1% does not degrade almost under 210 kWh/m² UV irradiation. These researches can provide specific data for high-reliability R&D, production and selection of backsheet, and can provide methodology and technique support for fluorocarbon film standard of PV industry.

Keywords: solar module backsheet; polyvinylidene fluoride film; UV transmittance; UV aging; reliability

光伏组件户外应用的寿命是靠光伏背板来保证的^[1]。光伏背板是由耐候层材料、中间层材料和乙烯-醋酸乙烯酯共聚物 (EVA) 粘接层材料构成的, 目前几乎 90% 以上的背板使用的是聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) 薄膜作为中间层^[2]。PET 薄膜材料具有优异的耐热性、阻隔水汽能力、绝缘性, 而且成本低, 是目前阶段无可替代的光伏背板用中间层材料。但是, 普通 PET 薄膜有个致命缺点, 就是耐紫外老化能力较差^[3], 这就需要使用一层耐候层材料覆盖在 PET 膜表面阻挡紫外线, 避免 PET 膜接触到较多的紫外线引起光降解, 导致 PET 材料失效。对于光伏背板, 需要在户外服役 25 年, 因此必须选用

耐候性最好的材料, 多个文献^[4-6]提到氟涂料是所有涂料中耐候时间最长的, 评估下来在 20 年以上, 而氟树脂材料耐候性达到 30 年以上。对于聚偏氟乙烯 (PVDF) 膜、PET 膜为主体结构的背板, 上面提到 PET 材料耐紫外老化能力很差, 因此背板寿命决定的首要因素即为 PVDF 膜的紫外线透过率。而 PVDF 膜配方复杂, 包含 PVDF 树脂、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、颜料钛白粉以及其他助剂, 且氟膜加工的厚度也是变化的, 这些配方、厚度对于 PVDF 膜紫外线透过率的影响尚无文献系统地研究和报道过; 另外, 紫外透过率与背板紫外老化速度的关系, 也没有系统报道。这些结论和数据, 对于 PVDF 膜

通讯作者: 黄欢, 硕士, 主要从事功能性膜材料的开发研究 E-mail: huanghuan@huitian.net.cn

收稿日期: 2018-08-08

引用格式: 黄欢, 周君, 何甜甜, 等. PVDF 膜的紫外透过率影响因素及其对背板老化速度的影响 [J]. 工程塑料应用, 2018, 46(10):111-116.

Huang Huan, Zhou Jun, He Tian Tian, et al. Influencing Factors of UV-light Transmittance of PVDF Film and Effect on Aging Rate of PV Backsheet[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(10):111-116.

研发、改善、质量管控以及选用,有着非常重要意义。

笔者通过配方调整,采用高精度紫外分光光度计,研究出 PVDF 膜配方中各要素对于紫外透过率的影响。然后,采用快速紫外老化设备,评估出了紫外透过率是如何决定背板在紫外线下的老化速度。这些结论对于 PVDF 国产化大环境中的企业、使用者给出了有意义的指导。

1 实验部分

1.1 主要原材料

PVDF 树脂: 6008, 粉末状, 索尔维(上海)有限公司;

PMMA 树脂: CM-207, 粒子磨粉, 镇江奇美化工有限公司;

钛白粉(TiO_2): 粉体, R105, 杜邦钛白科技(上海)有限公司;

紫外吸收剂: UV-0, 白色粉末, 常州新策高分子材料有限公司;

紫外吸收剂: UV-360, 白色粉末, 北京天罡助剂有限责任公司;

紫外吸收剂: UV-570, 黄色粉末, 北京天罡助剂有限责任公司;

紫外稳定剂: UV-292, 液体, 受阻胺类, 常州新策高分子材料有限公司;

PET 薄膜: DS10, 250 微米、透光率 50%, 四川东方绝缘材料股份有限公司;

背板胶(含乙酸乙酯): 主剂 8792A(50% 固含量), 固化剂 8792B(100% 固含量), 湖北回天新材料股份有限公司。

1.2 主要设备及仪器

实验室混料机: SHR-25A 型, 张家港市恒丰机械厂;

塑料磨粉机: SMF-500 型, 张家港市恒丰机械厂;

精密共挤流延试验线: MESI-30/30 型, 单螺杆直径 30 mm, 长径比 30, 广州普同实验室分析仪器有限公司;

高精度紫外分光光度计: UV2600 型, 日本岛津公司;

紫外辐照度计: ILT2400 型, 国际光技术公司;

实验室电晕处理机: CTP-2000K 型, 南京苏曼电子有限公司;

涂膜丝棒: OSP-10 型, 广州德满亿仪器有限公司;

覆膜机: XB-380 型, 上海香宝印刷器材有限公司;

金属卤素灯型紫外老化箱: Intelliray Quad 型, Uvitron 国际股份有限公司;

拉力试验机: AGS-X 型, 日本岛津集团;

色差计: CR-10 型, 柯尼卡美能达株式会社。

1.3 PVDF 膜样品的制备

PVDF 膜样品的制备在实验室完成, 采用实验室小型混料机将配方中的树脂粉、钛白粉、助剂等按照一定的配料比充分搅拌、混合均匀, 然后利用精密共挤流延试验线制备出 PVDF 薄膜样品。

每次配料 5 kg, 按照设计配方比例分别加入 PVDF 树脂粉、PMMA 树脂粉、钛白粉和其他助剂。设定搅拌速度 500~1000 r/min, 搅拌 10~20 min。搅拌完成后, 用塑料袋接料, 95℃烘箱中烘料 2~4 h, 在低于 50%RH 环境中冷却到室温。

配好料后, 开启精密共挤流延试验线。每个配方实验之前, 清理干净螺杆、料筒。设定实验温度, 螺杆一区: 180℃, 螺杆二区: 200℃, 螺杆三、四区: 210℃, 连接一至四区: 205℃, 模具一区、三区: 210℃, 模具二区: 205℃; 牵引速度 4~10 m/min, 螺杆转速 20~40 r/min, 冷却水温度为室温。温度达到设定温度后, 把烘干的混合料加入到试验线的料斗中, 然后开始生产试验样品。试验样品用纸管收卷。

1.4 PVDF 膜样品复合成光伏背板的制备

用电晕处理机处理 PET 膜和 1.3 中制备的 PVDF 膜复合面。按照 8792A : 8792B : 乙酸乙酯 = 15 : 1 : 18 的质量比配制胶水, 搅拌均匀。利用涂膜丝棒把胶水均匀地涂布在 PET 上, 然后 90℃干燥 150 min, 使用覆膜机制成“PVDF+胶水+PET”结构的背板样品。

1.5 PVDF 膜紫外透过率的测定

PVDF 膜紫外透过率采用高精度紫外分光光度计测定。选择 275~400 nm 波段测试扫描各波长的透过率。

紫外透过率计算, 以太阳光谱为权重来计算, 选用 ASTM G173-2003 中的太阳光谱辐照度数据为权重计算。考虑到 AM1.5 的大气情况, 仅选取 280~400 nm 波段来计算紫外透过率。

计算方法: ASTM G173-2003 中, 每个波长记为 λ_i , 每个波长对应 37° 平面上光谱辐照度 $E(\lambda_i)$ 。测得每个波长对应的透过率即为 $T(\lambda_i)$ 。其中, i 标示序列。

1.6 背板样品耐紫外老化性能分析

利用金属卤素灯型紫外老化箱进行背板老化性能的评估。利用拉力试验机检测老化前后背板的

拉伸强度和断裂伸长率,利用色差计检测老化前后样品的黄变指数 Δb 。紫外老化以 15 kWh/m^2 为一个单元,进行取样检测性能变化。

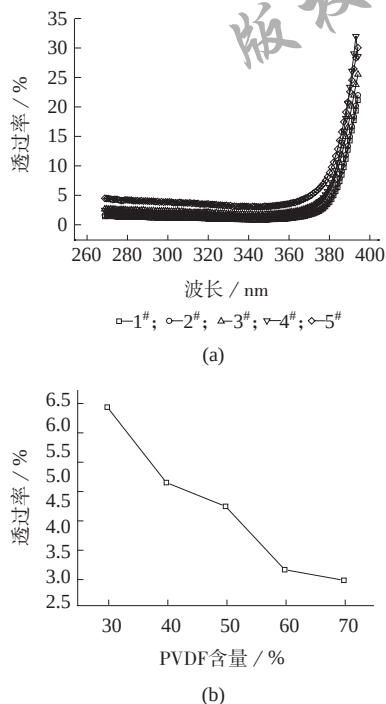
2 结果与讨论

2.1 PVDF 膜配方对于膜的紫外透过率的影响

光伏用 PVDF 需要满足 IEC61730-2016 标准的要求,即持久耐热性、防火性、耐紫外性、耐湿热性,另外需要满足薄膜加工需求、可粘接性^[7],因此配方是以 PVDF 树脂、PMMA 树脂、钛白粉为主体,有时加入紫外吸收剂、抗老化剂、增韧树脂、接枝共聚物改性树脂等来赋予更多的功能。笔者重点关注主体成分的影响以及紫外吸收剂的影响。

(1) PVDF 含量对于膜的紫外透过率的影响。

PVDF 树脂与 PMMA 树脂具有很好的相容性,PMMA 比例增加会导致 PVDF 结晶度大幅度降低,而钛白粉比例增加对于 PVDF/PMMA 共混物结晶度影响非常小,文献[8]数据表明,钛白粉含量从 0 提高到 10% 时,结晶度从 35.65% 降低到 33.71%。对于结晶聚合物,结晶度降低会导致材料的光线透过性增加。将 PVDF/PMMA/TiO₂ 为 70/27/3, 60/37/3, 50/47/3, 40/57/3, 30/67/3 的样品分别标记为 1[#], 2[#], 3[#], 4[#], 5[#], 图 1 为不同 PVDF 含量时 PVDF 薄膜紫外透过率。



a—紫外光谱透射率; b—280~400 nm 波段整体紫外透射率

图 1 不同 PVDF 含量时 PVDF 薄膜紫外透射率

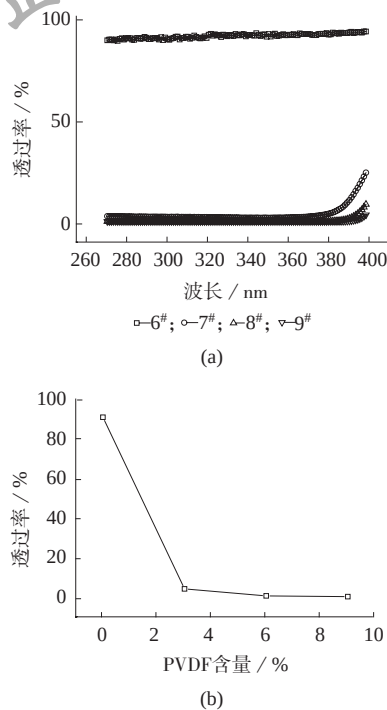
图 1a 为 3% 钛白粉添加量,厚度为 $(25 \pm 2.5) \mu\text{m}$

氟膜中,不同 PVDF 含量对于 275~400 nm 紫外波段中每个波长透过率的影响。

由图 1a 可知,随 PVDF 含量提升,氟膜的紫外透过率逐渐降低。图 1b 为以地面 AM1.5 太阳光谱辐照度为权重计算得到的 280~400 nm 波段整体紫外透过率数据。70% PVDF 含量的膜紫外透过率为 3.00%, 60% PVDF 的为 3.21%, 50% PVDF 的为 4.46%, 40% PVDF 的为 4.93%, 而 30% PVDF 的为 6.42%。此结果与文献[9]结论相吻合,随着 PMMA 含量增加, PVDF 结晶度逐渐降低,使其紫外透过率逐渐增加,但增加幅度不大。

(2) 钛白粉含量对于膜的紫外透过率的影响。

钛白粉由于折射率高(金红石型钛白粉为 2.73),因此对于光线有强烈反射率^[10]。PVDF 薄膜中,使用钛白粉作为紫外线阻隔剂,具有非常好的效果。将 PVDF/PMMA/TiO₂ 为 65/35/0, 63/34/3, 50/47/3, 61/33/6, 59/32/9 的样品分别标记为 6[#], 7[#], 8[#], 9[#], 图 2 为不同钛白粉含量时 PVDF 薄膜紫外透过率。



a—紫外光谱透射率; b—280~400 nm 波段整体紫外透射率

图 2 不同钛白粉含量时 PVDF 薄膜紫外透射率

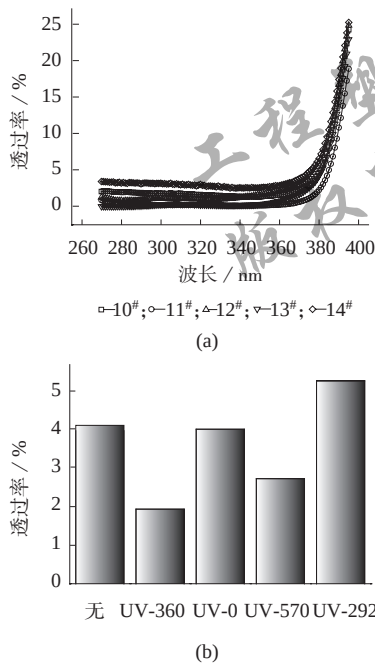
图 2a 为 PVDF/PMMA 为 65/35 条件下, $25 \mu\text{m}$ 薄膜样品在 275~400 nm 波段中每个波长的紫外透过率随钛白粉含量的变化情况,图 2b 为以地面 AM1.5 太阳光谱辐照度为权重计算得到的 280~400 nm 波段整体紫外透过率数据。未添

加钛白粉的 PVDF 膜紫外线透过率高达 90.8%, 添加 3% 钛白粉时达到 4.10%, 添加 6% 钛白粉时达到 0.59%, 添加 9% 钛白粉时达 0.16%。钛白粉的添加能大大降低薄膜的紫外透过率, 0%~6% 添加量范围内效果非常明显, 6% 以上范围时降低趋势缓慢。

(3) 紫外助剂类型对于膜的紫外透过率的影响。

紫外助剂可以通过吸收紫外线方式或者捕捉自由基方式来强化塑料的耐紫外老化能力^[11], 这些助剂也能提高膜材的紫外阻隔性。考虑到 PVDF 膜的加工温度达到 240℃ 左右, 选用熔点高、耐热性好的紫外助剂, 分别为苯并三唑类 UV-360、二苯甲酮类 UV-0、三嗪类 UV-570 以及受阻胺类 UV-292。助剂添加量为推荐值 0.5%。

PVDF / PMMA / TiO₂ / UV-360 为 68 / 29 / 3 / 0, 68 / 28.5 / 3 / 0.5 时分别标记为 10[#], 11[#], PVDF / PMMA / TiO₂ / UV0(UV-570, UV-292) 为 68 / 28.5 / 3 / 0.5 的样品分别标记为 12[#], 13[#], 14[#], 图 3 为不同紫外助剂种类时 PVDF 薄膜紫外透过率。



a—紫外光谱透射率; b—280~400 nm 波段整体紫外透过率

图 3 不同紫外助剂种类时 PVDF 薄膜紫外透过率

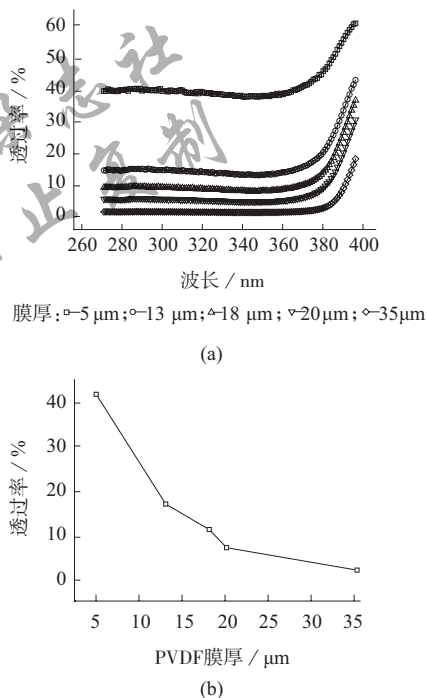
图 3a 为 PVDF / PMMA / 钛白粉 / 紫外助剂为 68 / 28.5 / 3 / 0.5 配比下, 膜厚为 (25 ± 2.5) μm 条件下, 不同种类紫外助剂对于紫外波段每个波长透过率的影响。图 3b 为以地面 AM1.5 太阳光谱辐照度为权重计算得到的 280~400 nm 波段整体紫外透过率数据。未添加紫外助剂时紫外透过率为 4.02%, 添加苯并三唑类紫外吸收剂透过率

为 1.96%, 添加二苯甲酮类紫外吸收剂透过率为 4.06%, 添加三嗪类紫外吸收剂透过率为 2.76%, 添加受阻胺类助剂透过率为 5.33%。

以上数据表明, 苯并三唑类和三嗪类紫外吸收剂能有效降低氟膜的紫外吸收率, 而二苯甲酮类几乎没有任何作用, 受阻胺类助剂确增加了紫外线透过率, 这与这四类紫外助剂的吸收谱也是一致的。

2.2 PVDF 膜厚度对于膜的紫外透过率的影响

厚度对于光线透过率, 一般遵循朗伯比尔定律。因此, 膜厚对于紫外透过率影响特别大, 特别是在 20 μm 以下的厚度范围。如图 4 所示, 3% 钛白粉添加量配方薄膜中, 厚 5, 13, 18, 20, 35 μm 膜的紫外透过率分别为 41.69%, 16.89%, 11.15%, 7.05%, 1.98%。



a—紫外光谱透射率; b—280~400 nm 波段整体紫外透过率

图 4 PVDF 不同薄膜厚度时紫外透过率

2.3 紫外透过率对于光伏背板紫外老化速度的影响

出于成本和绝缘性能考虑, 不加入任何紫外吸收助剂 (钛白粉除外) 来提高光伏背板的 PET 膜耐紫外性, 加之含有苯环、C—O 键, 因此在紫外老化试验中发现老化快速, 甚至失效。图 5 为不同 PVDF 薄膜紫外透过率时的太阳能背板整体老化性能, 紫外透过率为 11.2%, 6.42%, 2.10%, 0.59%, 0.03%, 91.8% 时样品分别标记为 A, B, C, D, E, F。如图 5a 所示, 未添加钛白粉的 PVDF 膜, 不具备紫外阻隔能力, 紫外透过率超过 90%。当紫外辐照剂

量达 15 kWh/m^2 时,背板严重发黄,测试黄变指数 $\Delta b=15.9$ (一般 $\Delta b < 1$ 认定为未黄变)。添加钛白粉阻隔紫外线后,背板黄变现象大大改善,当紫外线透过率为 11.2% 时, 210 kWh/m^2 老化后 $\Delta b=2$,一方面隔绝了部分紫外线,减缓了老化速度,另一方面钛白粉具有优异的遮盖力,使得黄变测试值很低。当紫外透过率在 2% 以内时, 210 kWh/m^2 老化后 $\Delta b < 1$ 。

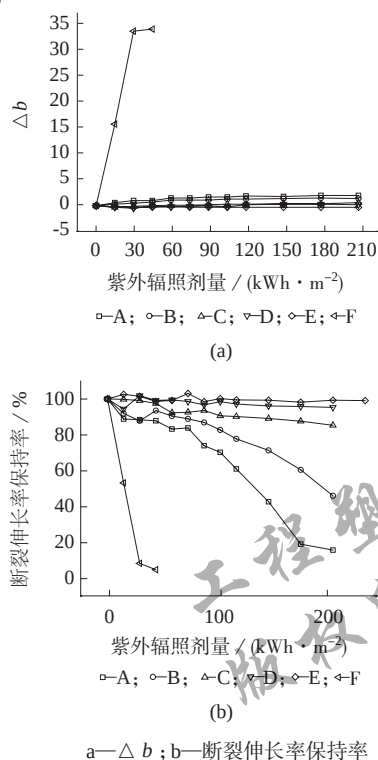


图5 不同紫外透过率时太阳能背板整体老化性能

紫外老化使得 PET 断裂伸长率降低,从而背板整体寿命也降低,如图 5b 所示。未添加钛白粉的 PVDF 膜,仅仅 15 kWh/m^2 断裂伸长率保持率就只有 53.1%, 30 kWh/m^2 基本脆化而失效,按照户外太阳辐照计算,这种背板服役时间也就 3~5 年;当 PVDF 膜紫外透过率为 11.2% 时, 210 kWh/m^2 照射后保持率为 15.6%;当 PVDF 膜紫外透过率为 6.42% 时, 210 kWh/m^2 照射后保持率为 45.9%;当 PVDF 膜紫外透过率为 2.10% 时, 210 kWh/m^2 照射后保持率为 85.3%;当 PVDF 膜紫外透过率为 0.59% 时, 210 kWh/m^2 照射后保持率为 95.3%。仅仅当 PVDF 膜紫外透过率为 0.03% 时, 210 kWh/m^2 照射后保持率基本为 100%,这表明背板能在户外服役 25 年以上。

3 结论

PVDF 膜的配方及厚度均对其紫外透过率有

较大的影响,并且 PVDF 膜的紫外透过率是影响以 PVDF 膜为空气面的太阳能背板性能的最关键的技术指标之一,在产品时应充分考虑其影响。

(1) PVDF 膜中的 PVDF 含量影响着膜的紫外透过率,随着 PVDF 含量升高,紫外线透过率下降。

(2) PVDF 膜中钛白粉含量对膜的紫外透过率影响较大,含量小于 6%,紫外透过率随着钛白粉含量增大从 90% 左右降低到 0.59%。

(3) 苯并三唑类和三嗪类紫外吸收剂能有效降低 PVDF 膜的紫外透过率,而二苯甲酮类紫外吸收剂和受阻胺类紫外稳定剂不能降低 PVDF 膜的紫外透过率。

(4) PVDF 膜的厚度对于膜的紫外透过率影响较大,当膜厚在 $20 \mu\text{m}$ 以下,膜厚的增加能大大降低其紫外透过率。

(5) PVDF 膜的紫外线透过率对于背板耐紫外老化性能有着决定性的作用。紫外透过率小于 0.1% 的 PVDF 膜制成的背板,背板经受 210 kWh/m^2 紫外老化后机械性能均未有较大幅度的降低。

参考文献

- [1] 张传吉,戴建民,成三弟,等. 光伏电池背板综述 [J]. 浙江化工, 2012, 43(2):18-27.
Zhang Chuanji, Dai Jianmin, Cheng Sandi, et al. Progress on research of photovoltaic cell backsheet [J]. Zhejiang Chemical Industry, 2012, 43(2):18-27.
- [2] 杨小进,罗鑫,刘东亮. 光伏组件封装用背板概述及发展趋势 [J]. 太阳能, 2017(11):25-29.
Yang Xiaojin, Luo Xin, Liu Dongliang. Overview and progress of backsheet for PV module packaging [J]. Solar Energy, 2017(11):25-29.
- [3] 马城华,陈颖,吴佩华. PET 的紫外老化性能及机理研究 [J]. 聚酯工业, 2015, 3(28):20-24.
Ma Chenghua, Chen Ying, Wu Peihua. Study of UV aging performance and mechanism on modified poly (ethylene terephthalate) [J]. Polyester Industry, 2015, 3(28):20-24.
- [4] 李震,孙红尧. 高耐候性氟树脂涂料的研制 [J]. 涂料技术与文摘, 2002(4):14-17.
Li Zhen, Sun Hongyao. The development of fluorine resin coatings with great weather ability [J]. Coatings Technology & Abstracts, 2002(4):14-17.
- [5] 朱立新. 高性能氟碳涂料的制备及其在建筑钢结构上的应用研究 [D]. 上海: 华东理工大学, 2011.
Zhu Lixin. High performance fluorocarbon coating: preparation and application in steel structure building [D]. Shanghai: East China University of Science & Technology, 2011.
- [6] 李运德. 常温固化 FEVE 氟碳涂料结构与性能研究及高性能 FEVE 氟碳涂料的制备 [D]. 北京: 北京化工大学, 2009.

- Li Yunde. Study on structures and properties of air curing FEVE paints and preparation of high-performance FEVE paints[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2009.
- [7] 侯佳音. PVDF/PMMA/TiO₂ 复合材料的制备及耐候性研究[D]. 上海: 东华大学, 2011.
- Hou Jiayin. Preparation of PVDF/PMMA/TiO₂ composite system and its anti-aging property[D]. Shanghai: Donghua University, 2011.
- [8] 李卫. PVDF/PMMA 和 PVDF/PMMA/TiO₂ 共混体系结构与性能研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- Li Wei. Investigation on structure and property of PVDF/PMMA and PVDF/PMMA/TiO₂ composites[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2009.
- [9] Zhou Xixian, Cakmak M, Cakmak M. Phase behavior of rapidly quenched PVDF/PMMA blends as characterized by raman spectroscopy x-ray diffraction and thermal techniques[J]. Journal of Macromolecular Science Part B, 2007, 46(4):667-682.
- [10] 邓婕, 吴立峰. 钛白粉应用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- Deng Jie, Wu Lifeng. Application Manual of Titanium Dioxide[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- [11] 周大纲, 谢鹤成. 塑料老化与防老化技术(第二版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2017.
- Zhou Dagang, Xie Gecheng. Degradation and stabilization of plastic materials (second edition)[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2017.

中国科学家研制出可在海水中“消失”的塑料

为解决日益严峻的海洋塑料污染问题,保护海洋生态环境,中国科学家最近研制出一种可在海水中降解的聚酯复合材料,有望在诸多领域替代现有难以降解的通用塑料。

中国科学院理化技术研究所高级工程师王格侠介绍,其团队研制出这种结合了水溶性与降解性的材料具有一定环境耐受性,废弃后能在数天到数百天内在海水中降解消失,最终分解为不会对环境造成污染的小分子。王格侠说,长期以来人们聚焦于陆地上的白色污染及其治理。直至近年,大量塑料污染致使海洋生物受害的现象被频繁报道才引起广泛关注。据保守估计,人类每年向海洋投放的塑料垃圾为480万t到1270万t,占海洋固体污染物总量的60%~80%。目前,人类活动和洋流导致这些塑料垃圾集中分布于北太平洋、南太平洋、北大西洋、南大西洋及印度洋中部。

世界经济论坛也发出警告,2050年全球海洋塑料总质量将超过鱼类的总质量。

专家介绍,目前几乎所有类型的塑料都已经在海洋中找到。这些塑料微粒或者漂浮在海水中,或者沉入海底,几十年甚至几百年不会分解,对整个海洋环境造成了严重的污染。塑料在使用后被直接丢弃或从陆地经过河流、风吹进入海洋,在海水中受到光、海水风化,以及洋流和生物群的作用,

导致塑料最终形成小于5mm的微塑料。

一些海洋生物,如信天翁、海龟等,误食塑料袋会产生一系列的胃肠问题,以至于无法再进食,最终被饿死。王格侠指出,尽管海洋中塑料污染问题已经非常严峻,但目前人们对于这些塑料污染仍然没有有效的应对措施。海洋特殊水域环境使得人们不能像在陆地上一样对这样大量分散的垃圾进行集中收集和处理。最根本有效的办法就是让材料废弃进入海水后能自行降解消失。

据介绍,中国科学院理化技术研究所降解塑料和工程塑料研究组是中国率先开展生物可降解塑料研究的单位。生物降解塑料大都是含酯键的高分子材料,分子链相对脆弱,因而可以被自然界许多微生物分解、消化,最终形成二氧化碳和水。目前,该团队的生物降解塑料生产及应用技术已经向4家中国企业完成了技术授权,其中3家已经顺利投产,总产能达到每年7.5万t,占全球总量的一半。

经过多次反复实验,理化技术研究所的科研团队将非酶水解过程和水溶过程与生物降解过程结合起来,实现了材料在海水中快速降解。在近期于深圳举行的旨在提升中国自主创新能力、加大先进科技成果转化第一届“率先杯”未来技术创新大赛上,这一技术位列30个优胜项目之一。

(新华网)

(上接第102页)

- / functionalized multi-walled carbon nanotubes composite[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2009, 111:1028-1033.
- [19] Varela-Rizo H, Weisenberger M, Bortz DR, et al. Fracture toughness and creep performance of PMMA composites containing micro and nano sized carbon filaments[J]. Composites Science and Technology, 2010, 70(7):1189-1195.
- [20] Hwang T Y, Lee S, Yoo Y, et al. Reactive extrusion of polypropylene/polystyrene blends with supercritical carbon dioxide[J]. Macromolecular Research, 2012, 20:559-567.
- [21] Berntsen N, Gutjahr T, Loeffler L, et al. A solvothermal route to high-surface-area nanostructured MoS₂ [J]. Chemistry of Materials, 2003, 15(23):4498-4502.
- [22] 林启权, 毛波, 董文正, 等. 二硫化钼与二硫化钨填充改性聚四氟乙烯的摩擦学性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2016, 11(32):51-56.
- Lin Qiquan, Mao Bo, Dong Wenzheng, et al. Tribological behaviour of polytetrafluoroethylene composites modified with molybdenum disulfide and tungsten disulfide[J]. Polymer Materials Science And Engineering, 2016, 11(32):51-56.