

杜邦全球 光伏可靠性项目

2019 年户外实证分析报告

摘要

杜邦全球光伏可靠性项目是一个综合的户外光伏检验分析项目，旨在追踪材料的失效情况及其对组件性能的影响。

该调研是同类研究中最全面的，其检测方法遵循多步检测方案，检测地点涵盖了北美、欧洲、亚洲和中东，检测结果按组件及其材料、安装方式、运行时间和气候等各种分类方式对所获数据进行分析。

近十年来，杜邦一直与电站合作伙伴、客户、下游开发者、高校和国家级实验室联合在全球展开户外实地调研。这项工作对检测、评估和了解光伏组件安装使用后的衰减情况至关重要。

2019年户外实证分析报告是杜邦团队对全球各地总计近2GW的光伏系统进行调研和分析后整理编写的。这为行业提供了最新且高可靠度的信息，有助于采购者了解户外实际发生的组件衰减和失效问题。

650 万片
组件

355 个
光伏系统

1.8 GW
总装机量

虽然户外实证分析着眼于所有组件材料，但我们将特别关注背板的耐久性，因为这关乎着能否确保组件长期可靠性和长期使用，从而实现其所有者的投资回报。



2019 年调研结果

对总计1.8GW的光伏电站进行检查后, 结果如下:

- 组件总体失效率: 34%
- 背板总体失效率: 14%
- 相比2018年, 背板失效率增加了47%
- 在所有背板失效中, 开裂占66%

与2018年的分析相比:

- 光伏电站数量从275增加到355
- 光伏组件的数量从420万片增加到650万余片 (从1.04GW增至1.8GW)
- 组件整体失效率自2018年以来有所上升
- 背板失效率同比增加47%

组件失效趋势

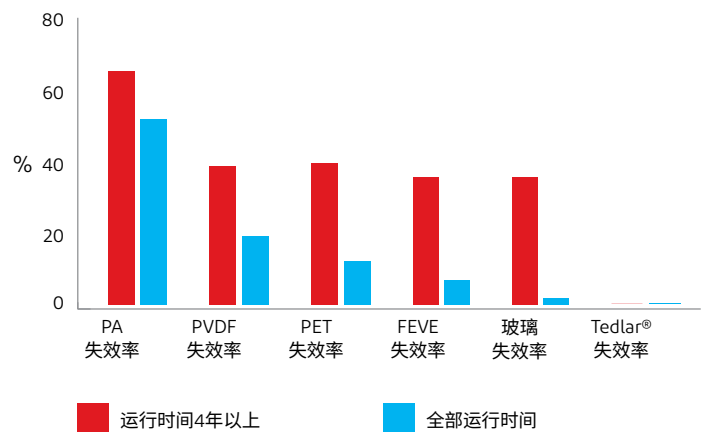
虽然多数组件材料未发生失效的情况, 但我们仍检测到一定程度的缺陷存在, 如下:

- 电池/互联部分: 腐蚀、热斑、蜗牛纹、互联部分损坏、开裂、焦斑
- 背板: 外层(空气侧)和内层(电池侧)开裂、脱层、黄变
- 封装材料: 变色、黄变、脱层
- 其它: 玻璃缺陷、减反射镀膜脱落、接线盒缺陷

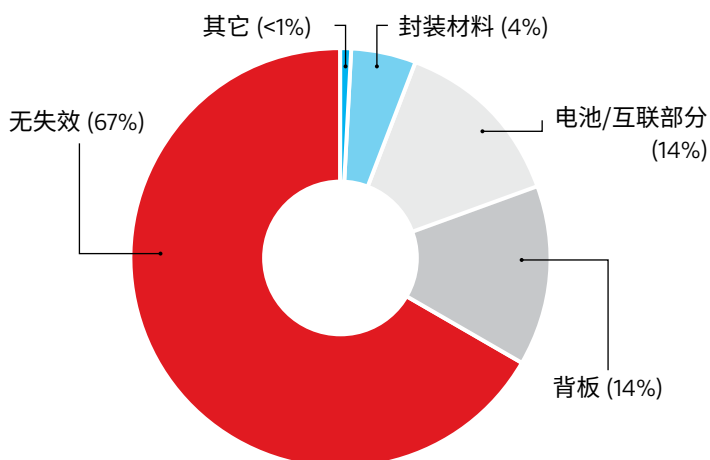
不同组件运行时间导致的背板失效率差异

使用各类不同材料的背板在组件运行4年后失效率明显上升, 但是Tedlar® 的失效率依然极低, 为0.04%

运行4年后背板失效率明显上升

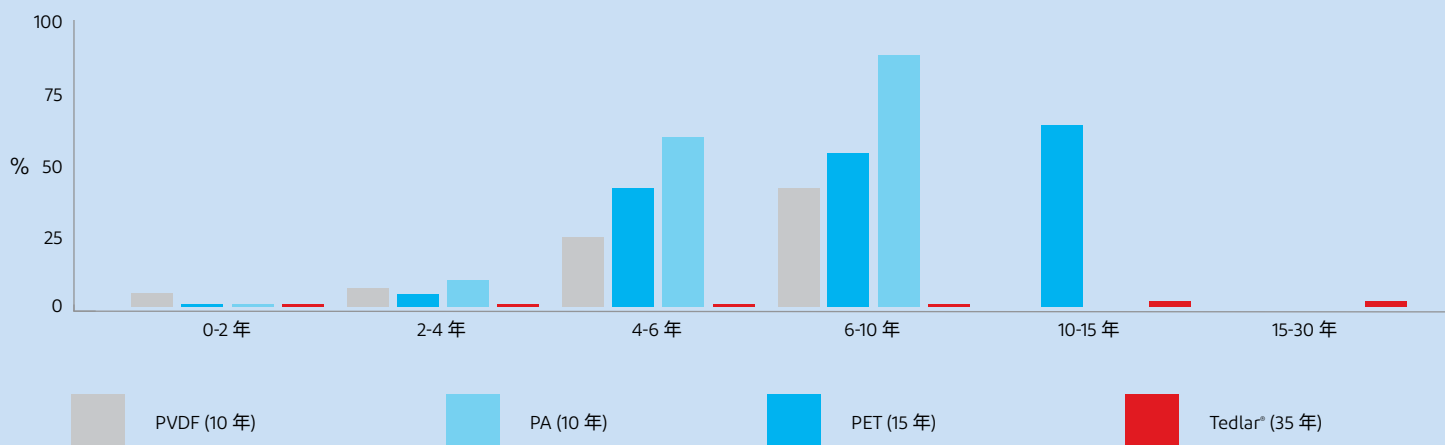


PA= 聚酰胺
 PET = 聚对苯二甲酸乙二醇酯
 PVDF = 聚偏氟乙烯
 FEVE = 氟碳涂层



事实上, 基于Tedlar® PVF薄膜的背板即使在光伏电站中使用35年后仍保持最低失效率。

唯有基于Tedlar® PVF薄膜的背板在30多年后仍保持最低失效率



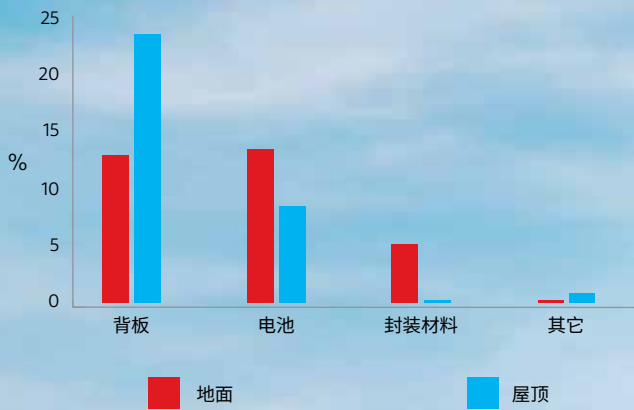
PA= 聚酰胺
PET = 聚对苯二甲酸乙二酯
PVDF = 聚偏氟乙烯
FEVE = 氟碳涂层



温度导致的背板失效

温度越高，背板失效越快。屋顶电站的背板失效率比地面电站高75%，这是因为屋顶系统的运行温度普遍比地面系统高15°C。¹

温度越高，背板失效越快



1. David C. Miller, Michael Kempe撰写的“光伏组件的蠕变：聚合物材料和组件的稳定性检查 (Creep in Photovoltaic Modules: Examining the Stability of Polymeric Materials and Components)”，第35届美国电气及电子工程师学会光伏专家会议 (PVSC '10)，檀香山 (2010)



背板不同失效模式

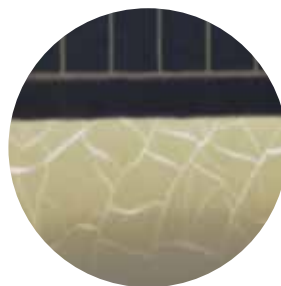
开裂和脱层会影响组件的电气绝缘性,黄变会导致背板上使用的多种聚合物发生机械性能下降和脆化。



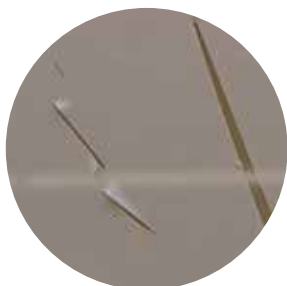
31%
电池侧黄变



4%
空气侧黄变



22%
电池侧开裂



41%
空气侧开裂



3%
脱层



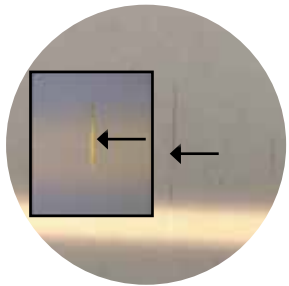
PVDF背板失效

外层开裂

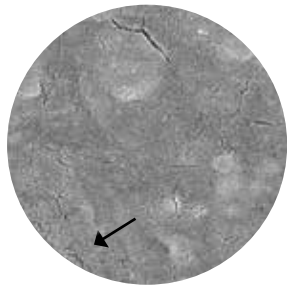
- 开裂会造成脱层, 导致核心层直接暴露在环境中

内层黄变

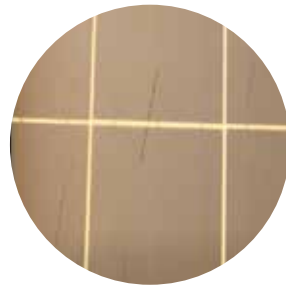
- 黄变是材料性能下降和脆化的一个早期迹象



外层开裂
6年, 中国西北



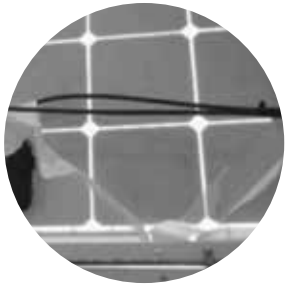
外层微裂纹
2.5年, 中国北部



外层开裂和脱层
7.5年, 印度



外层开裂
7年, 美国西南



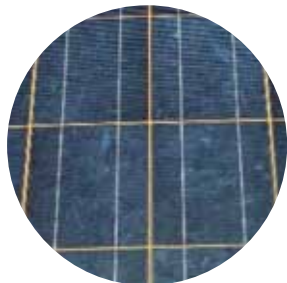
外层开裂和脱层
6年, 加拿大



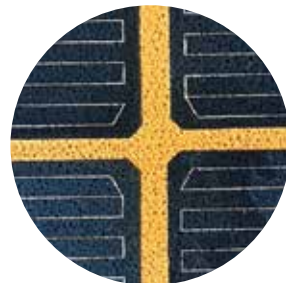
外层开裂和脱层
8年, 法国



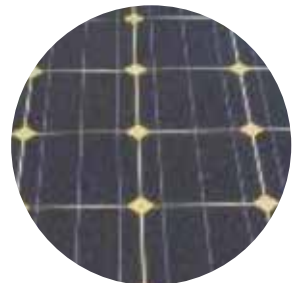
内层黄变
6年, 中国西北



内层黄变
5年, 印度西北



内层黄变
6年, 美国西南



内层黄变
7.5年, 意大利



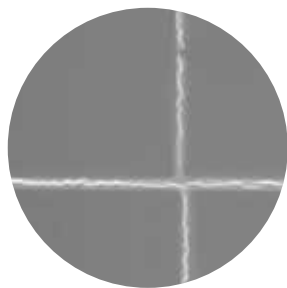
聚酰胺背板失效

背板大范围的贯通开裂

- 这些失效主要沿主栅线边缘, 但如果持续暴露在户外环境应力中, 则会扩展至电池间隙和其它区域
- 电弧和短路常会造成局部烧穿, 有时还会造成整个组件起火
- 逆变器跳闸和接地故障
- 到目前为止, 估计超过12GW的光伏电站发生过故障



外层开裂
6年, 中国西北



内层开裂
6年, 美国索诺兰沙漠



烧穿
7年, 美国索诺兰沙漠



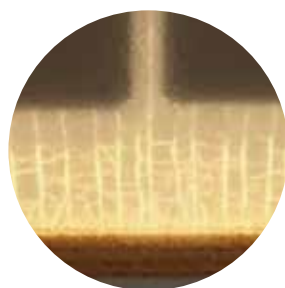
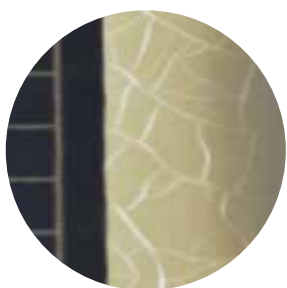
烧穿
6年, 美国内华达州高原沙漠



PET背板失效

内外层开裂

- 内层开裂后,水汽可从裂纹处渗入,这往往会造成主栅线腐蚀
- 外层开裂会让PET核心层暴露在环境中,造成性能下降,并且也会让水汽侵入
- 组件内部暴露在潮湿环境中,可能会引起短路、逆变器跳闸、功率损耗和组件起火



内层开裂

7年,美国亚利桑那州索诺兰沙漠



外层开裂

8年,美国亚利桑那州



外层开裂

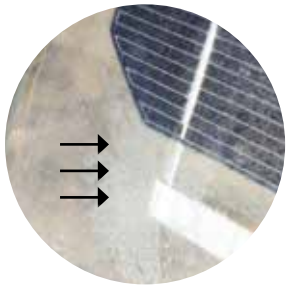
6年,中国西北



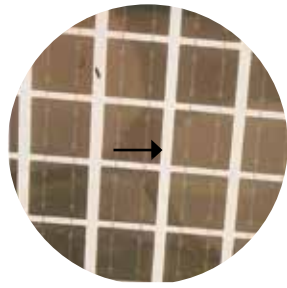
双玻组件失效

脱层和开裂

- 脱层刚开始可能发生在组件边缘附近或电池处
- 裂纹可能源于玻璃划伤, 或表面和边缘的缺口处, 亦或是支架系统的应力集中处



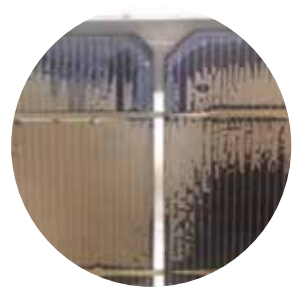
玻璃/封装材料脱层
1.5年, 中国北部



封装材料脱层
10年, 美国亚利桑那州



脱层和腐蚀
15年, 中国南部

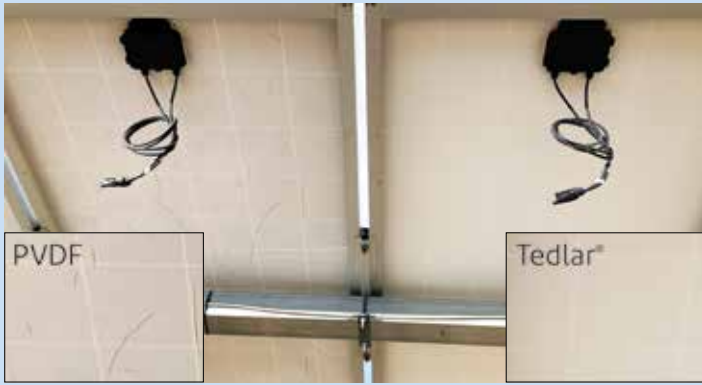


脱层
20年以上, 意大利

关于背板 材料是关键™

亚利桑那州的一家大型光伏电站发现，其某一区域的发电量低于预期。在检查系统是否有故障后，该发电厂发现某些背板已经开始开裂和脱层，造成高漏电流并引起逆变器跳闸，最终造成部分停机和延迟启动。

杜邦通过其户外光伏组件检查项目，对这一已运行7年的电站进行检查，发现许多组件都存在大面积的背板开裂和脱层。虽然该电站里的组件是由同一家组件生产商提供的同一型号的组件，但我们发现，不同的背板类型多达四种，表明组件生产商对同一项目使用了多个物料清单 (BoM)。



- 100%的PA背板在主栅线带边缘都存在开裂现象
- 100%的PET背板都存在内层开裂现象
- 100%的PVDF背板都存在外层开裂现象
- Tedlar® PVF背板无失效





如需进一步了解杜邦光伏解决方案，
欢迎访问 photovoltaics.dupont.cn

杜邦™、杜邦椭圆形标志以及所有标注有®、SM或™的产品和品牌（除非另外注明），均为杜邦公司的关联公司的商标、服务标志或注册商标。©2019杜邦公司