

光伏面板的近红外分析检测

引言：近红外光谱分析是光伏面板开发的重要工具。

微型光纤光谱仪因其价格适中，体积小，使用灵活，在太阳能电池材料的光学检测分析和质量控制等应用中极具吸引力。其典型应用包括太阳能模拟器的光谱辐射测量，面板生产过程的质量控制等。以下实验研究了近红外光谱作为主要研究手段在测量评估光伏面板材料的反射性能方面的应用。

研究背景

某生产薄膜光伏面板的企业客户要求对其生产的光伏用镀膜玻璃样品进行近红外反射分析。光伏面板即太阳能电池板，由电池阵列组成。由于光伏面板的光吸收能力是非常关键的因素，可决定面板边缘和其他区域的反射率，因此成为这些反光区域的光能损耗指示器。生产商评价及考核面板效率改善的诸多方式中包括使用抗反射涂层和玻璃掺杂，因此通过反射率测试可以达到考察面板效率的目的。

实验内容

实验中采用海洋光学的NIRQuest光谱仪狭缝 $100\ \mu\text{m}$ ，光谱范围 $1200\text{-}2100\ \text{nm}$ 对5片镀膜玻璃样品进行了分析。测试系统包括高功率卤钨灯， $400\ \mu\text{m}$ 反射探头，反射/透射光学平台（固定）。镜面反射标准（ $800\text{-}2500\ \text{nm}$ 段反射率为 $85\text{-}95\%$ ）用作参考。Spectrosuite应用软件及可在Windows，MacOS及Linux操作系统下运行的Java光谱平台。

玻璃样品无镀膜面朝下放入样品架，以保证探头测取为镀膜面的反射率。光学平台辅助下探头以 90° 测量镜面反射，此时入射角与反射角相等，镜面反射随表面光滑度的提高而相应增加。测量中无需暗室或黑匣，全部在日光灯下进行，高功率卤钨灯（ $20\ \text{W}$ ）提供连续光谱（ $360\text{-}2000\ \text{nm}$ ）。模拟实际生产条件，反射探头与每个样品表面的距离均保持在 $7\ \text{cm}$ 左右。

海洋光学的NIR光谱仪采用高性能InGaAs阵列探测器，紧凑的光具座设计和热电制冷配置，低噪电子元件。本实验使用的NIRQuest256-2.1（即256像素光谱仪），适用于长波段检测（最高响应在 $1900\ \text{nm}$ 左右）。具有高获取模式能够有效改善系统的灵敏度使之适合低光度和低浓度测量。此外，光谱仪的积分时间极短，

最低可至1 ms，更适应大产量生产环境。

NIRQuest还具有外部硬件触发功能，允许用户在外部事件触发时采集数据，或在数据采集后触发事件。这一功能对于自动过程或太阳能模拟器同步闪烁过程中的数据采集尤为重要。

实验结果

测试中未进行任何平均和平滑处理，数据仍表现出很好的稳定性，因此只采集一套光谱。（见图2）样品的反射光谱表明在5片样品中反射率都随波长有同等幅度的增加。反射率峰值在2000 nm左右。并且反光最弱与最强的样品之间，反射率的差别在测试波长范围的两端相对较小，而在1700 nm附近差异显著。

镀膜样品的反射强度在较短波段大约为25%，而在较长波段可达到80%，这些数值均为相对于镜面反射标准测得的相对反射率（镜面反射标准在近红外波段的反射率图谱接近平坦直线）。

结论

随着市场对光伏电池效率的要求不断提高，光伏材料得到了飞速发展，对分析技术的巨大需求显而易见，在此背景下，光传感测试分析系统应运而生，如NIR光谱仪，薄膜测试系统和太阳能模拟测试单元一类的光传感系统均可灵活配备于研发和生产线中，必然成为推动光伏技术发展的利器。本案例表明近红外光谱法可用于比较镀膜玻璃样品之间的反射率优劣，以及获取基于反射标准的反射率值，因此通过海洋光学的光谱仪和其他附件可以推知5片样品的太阳能捕获效率。