

多相机检测

机器视觉高速检测太阳能电池板

文/ Paul Sommers, Matt Pinter

太阳能电池是将太阳光直接转换为电能的电子器件。光照射在太阳能电池上产生电流。为了从电池中传输电流，电池上的手指线 (fingers) 收集电子，并将它们传送到母线 (bus bars) 上。

母线和手指线是通过在电池表面上的一系列线条上丝网印刷导电浆料而产生的。这种印刷过程可能由于丝网印刷表面的污染而导致线条损坏或缺失、丝网损坏或是使电池产生功率降低的低浆料水平。一旦这些电池经过丝网印刷过程后，将进入烤箱烘烤，让浆料硬化，这个过程之后就不能再对电池返工来修复任何损坏的线条了。

ATS Automation Tooling Systems 公司已经开发了一个检查工作站，该检查工作站使用后向和前向照明、多台相机以及该公司自己开发的基于 PC 的 SmartVision 软件，来检查太阳能电池的表面 (见图 1)。过去，ATS 公司已经建立了低分辨率的太阳能电池检测系统，但是在新一代电池中，电池表面上正在使用更薄的手指线。这需要更高分辨率的相机，以便具有足够的分辨率来检查电池表面上手指线的印刷质量。

在这种情况下，最终客户需要在 180mm × 180mm 的视场上获得小于 20 μ m 的像素分辨率。这需要 9000 × 9000 像素或更大的图像。

照明

太阳能电池在传送带上以每两秒一个电池的速率，被运送到检测站。通过传送带下方的一个真空固定装置，使电池保持平整。使用由四台相机组成的一个相机阵列采集图像，每台相机拍摄电池的两组图像。第一组图像在背光照明的条件下拍摄，第二组图像在前向照明的条件下拍摄。

在传送带下方，安装了 Smart Vision Lights 公司的 DLP 背光源；另有一组 CCS America 公司的漫射条形光源安装在

电池边缘周围。第一组图像只采用背光照明，用于定位电池的位置和方向，同时检测电池表面的裂纹或边缘上的碎屑。

拍摄第二组图像时，使用电池周围

的条形光源照明。该光源提供漫射光，能在太阳能电池表面产生非常均匀的亮度，从而能够让电池的手指线和母线从电池的黑色表面中突出出来。在电池表面上，检测母线和手指线的浆料中是否存在间隙、是否存在表面浆料污渍，以及手指线数量是否正确。

为了在背光照明条件下捕获到太阳能电池的图像，该系统采用了 ISVI 公司的四台分辨率为 5120 × 5120 的 Camera Link 相机，这四台相机排列成一个 2 × 2 的阵列 (见图 2)。为了在 180mm 的视场内实现小于 20 μ m/像素的分辨率，需要将来自四台相机的图像整合成一幅单一的 10k × 10k (100M 像素) 的图像。为了允许成像系统中太

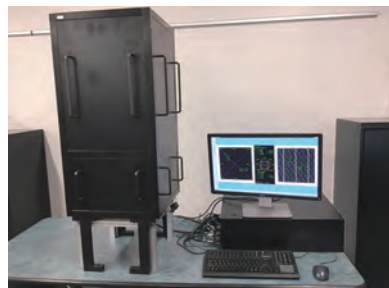


图1: 为了检测光伏电池，ATS Automation Tooling Systems公司开发了一个检测工作站。该工作站使用前后照明、多台相机和该公司自己的基于PC的SmartVision软件。

阳能电池位置的任何变化，每台相机都拥有 90mm × 90mm 的视场。这是通过 Schneider Optics 公司的 50mm Xenon 2.8/50 镜头实现的，镜头距太阳能电池表面的距离为 205mm。

每台相机检测太阳能电池的 1/4，这些相机采集到的图像，通过 Camera Link 接口传输到主机 PC。主机 PC 中配备了 Matrox Imaging 公司的两个 Radiant eV-CL Dual Full Camera Link PCIe 图像采集卡。

由于太阳能电池是紫色的，所以使用红光照明，因为红光会被电池吸收，对相机显示为黑色；而浆料对红光具有



图2: 使用安装在太阳能电池上方的相机系统，该系统采用平板背光源确定电池的位置和方向；采用高轴条形光配置来检测任何母线间隙、浆料污渍和手指线的数量。



超高解析度单焦点镜头



图片仅供参考

1英寸 10百万像素

超高分辨率定焦镜头
SUPER HIGH RESOLUTION FIXED FOCAL LENS

(可对应1英寸大型元器件) (最适合在近距离使用的光学性能) (8/12/16/25/35/50/75mm 超强阵容)

2019年1月预计发行

高反射性，因此在捕获的图像中，手指线和母线能以高对比度显现出来。

这种照明方案，还消除了电池“晶体”的出现，而它们在白光照明条件下是会出现的。ATS 公司已经设计并制作了一种定制的照明罩，以便用红光均匀地照射太阳能电池。

图像分析

将图像传送到主机 PC 后，使用定制的图像处理软件将四幅单独的图像“缝合”成一幅大图像。使用定制的校准工具对相机进行校准，并将 ATS 的 SmartVision 软件和 Matrox MIL 库组合使用。针对每个太阳能电池产生两幅完整的 100M 像素图像：一幅背光照明图像，一幅前向照明图像（见图 3）。

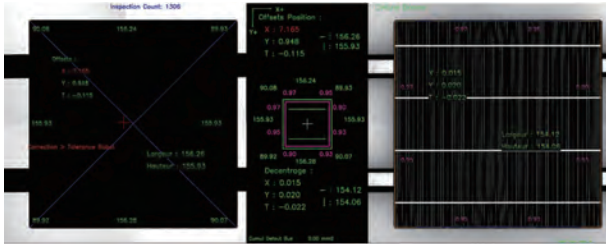


图3：当电池被背光照亮，图像被传送到主机PC后，对电池的位置和方向进行验证，同时也要检查电池边缘可能存在的任何碎屑和裂痕。

检测软件在背光照明的图像中定位电池的位置和方向，并检查电池表面的裂纹或电池边缘的碎屑。前向照明的图像用于验证电池表面上手指线和母线的完整性。使用 ATS SmithVision 定制成像工具，用于检查浆料的间隙、厚区域和薄区域（见图 4）。



图4：为了分析每行浆料的每个像素，找出太阳能电池的间隙、厚区域和薄区域，在红色条形灯照明下对电池进行成像。然后，使用ATS StimeVision软件中的一系列Dispense工具，来分析每行浆料的每个像素。

将每个被检查的电池的一组检测数据汇报给 PLC。检测不合格的电池被发送到拒绝通道，并从下游处理环节中移除。检测合格的电池将被分类，以确保最终的太阳能电池板在其电池阵列中包含正确的单个电池单元，并且所有电池都在指定的功率公差范围内。Ⓜ



CBC GROUP



www.computar.jp
www.computar-global.com