

SMX-225CT FPD HR PLUS 观察汽车 FPC 连接器的内部结构

SMX-019

摘要： 本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统观察汽车 FPC 连接器的内部结构。扫描汽车 FPC 连接器后通过岛津公司独有软件 MPR 立即显示 CT 截面图，观察内部孔隙缺陷及玻璃纤维取向。通过 VG 软件计算汽车 FPC 连接器的孔隙率和玻璃纤维取向分析，呈现立体效果图。

关键词： 微焦点 X 射线 CT 系统 FPC 连接器 玻璃纤维增强复合材料

随着市场向小型化趋势发展，FPC 连接器便是此趋势下的开发成果，旨在应对这一不断扩大的市场所面临的挑战，迫切需要更小的引脚间距或间距空间，更薄的厚度和更轻便的互联解决方案。

汽车上使用的 FPC 连接器多使用在摄像头、雷达、LiDAR 等部件上，目的是为了实现在防止车道偏离和自动紧急制动的先进驾驶支持系统功能。这些电子设备多安装在引擎箱附近等受到高温和机械振动影响的恶劣环境中，所以汽车中使用的 FPC 连接器也就有这些高性能，确保可承受恶劣环境的高可靠性。

汽车 FPC 连接器使用的是玻璃纤维增强复合材料，虽然较传统材料有着轻便、抗冲击性、耐久性和高强度等优势。但是在制造过程中，如果内部有气孔或者玻璃纤维分布不均匀和取向不整齐，则影响 FPC 连接器的性能。利用工业微焦点 X 射线 CT 可以无损检测成品中内部孔隙及表征玻璃纤维分布和取向。不但测试速度快，而且精度高。本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 的微焦点 X 射线 CT 系统检测汽车上的 FPC 连接器的内部结构，观察内部缺陷及玻璃纤维分布和取向。

■ 实验部分

1.1 仪器

inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统



1.2 分析条件

X 射线 CT 检查分析条件 1:

测试电压：100 KV

测试电流：100 μ A

图像尺寸：1024 pixels*1024 pixels

扫描时间：20 min

SDD：1200 mm

SRD：10.384 mm

Number of Views：1200

Number of Averages：1

Voxel Spacing：0.003 mm/voxel

Exposure(ms)：1000.000

Acquisition Mode：Fine

■ 结果与讨论

2.1 微焦点 X 射线 CT 对汽车 FPC 连接器的观察

本次检测的是汽车 FPC 连接器，如图 1 左。外观尺寸：L13 mm X W2.4 mm X H0.6 mm。框中的红色区域是使用 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统检测的部分。图 1 右示出了整个红色框的样品片段的 X 光透视图。在整个样品的图像中，可以观察到玻璃纤维。但是在透视图像中，不幸的是纤维方向都是所有厚度重叠的方向，因此纤维方向性不能准确观察。该样品 GFRP 的 CT 图像结果如下所述。

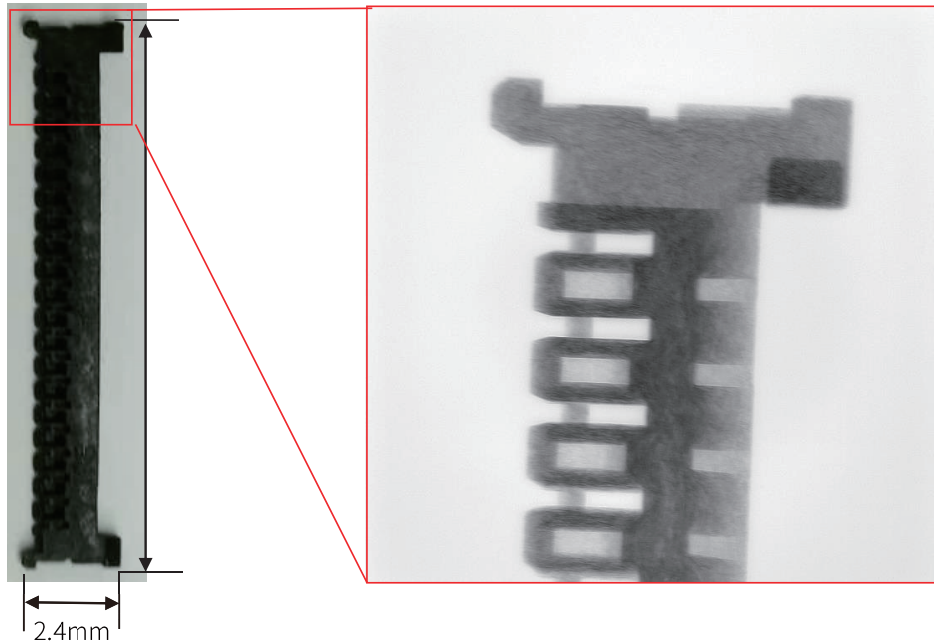
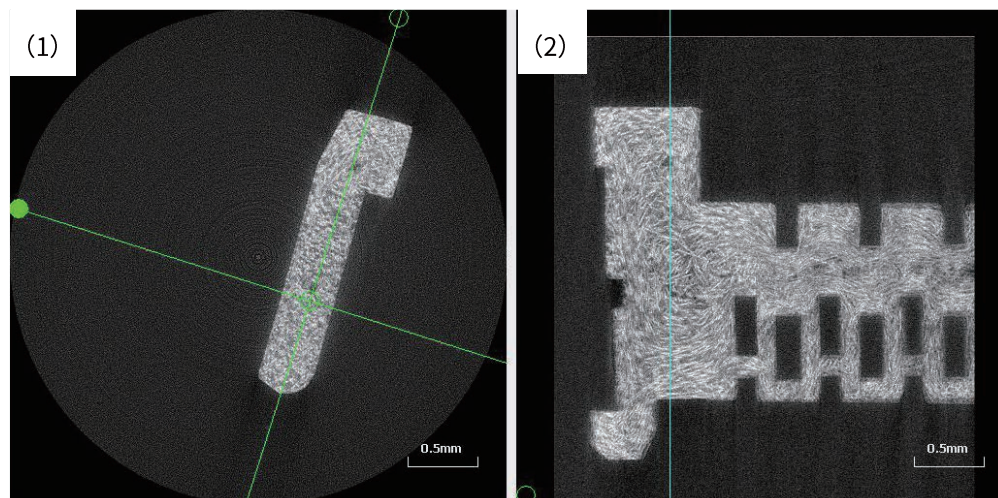


图 1 汽车 FPC 连接器外观及透视图

图 2 显示了 MPR（多平面重建）图像。在 MPR 显示图中，将多个 CT 图像堆叠在一个虚拟空间中，从而排列四张图像：CT 图像（1）；相互正交的纵向图像（2）和（3）；以及与纵向截面图像（4）正交的任意截面图像。从图 2 的图像（1）至（4）中，可以观察到纤维在三个直角相交的方向截面图中的取向。

图 3 示出了该 CT 成像数据的三维显示。当转换为三维显示时，可以对玻璃纤维进行体积观察。

图 4 示出了汽车 FPC 连接器中的孔隙，使用 CT 可以观察内部孔隙缺陷。



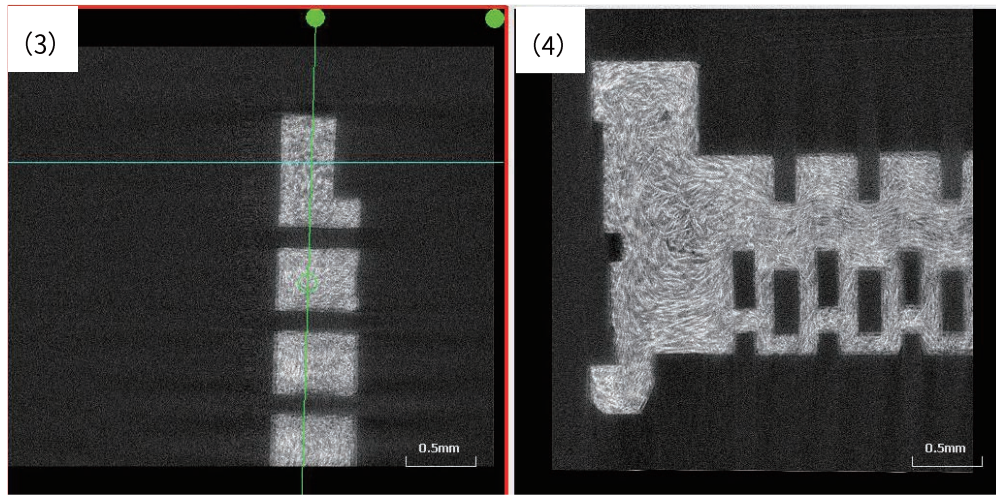


图2 汽车 FPC 连接器 MPR 图

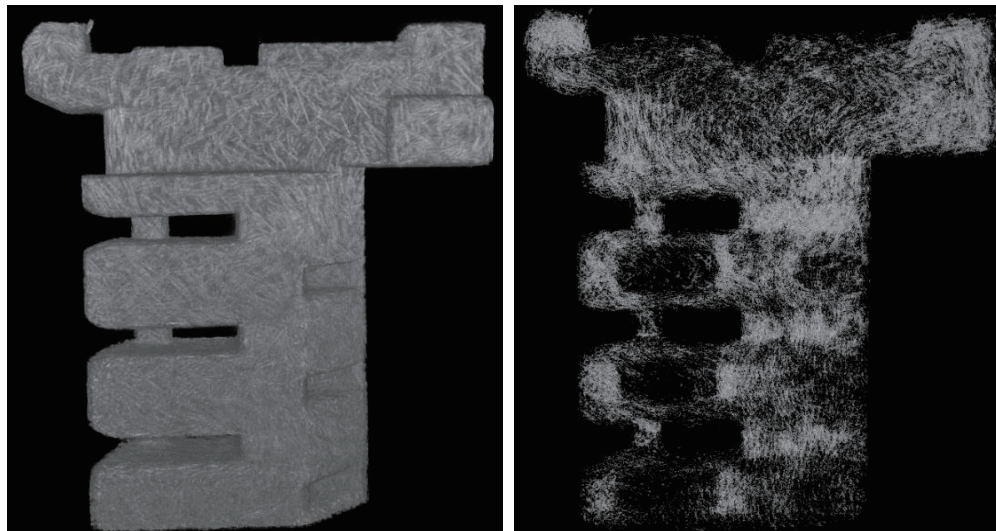


图3 汽车 FPC 连接器 3D 图

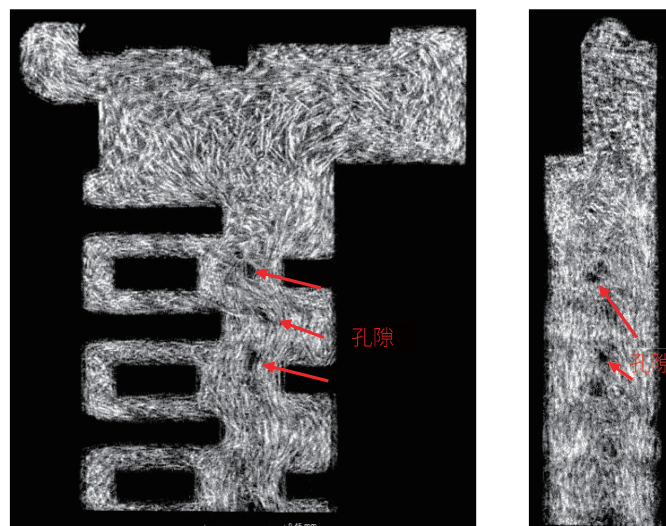


图4 汽车 FPC 连接器孔隙缺陷图

2.2 汽车 FPC 连接器样品数据分析

在汽车 FPC 连接器中，除了使用玻璃纤维增加强度及硬度之外，内部的结构如果有疏松、孔隙等缺陷也会影响产品的强度和硬度。孔隙过多过大都容易使产品断裂。利用专用软件分析孔隙缺陷，计算出孔隙缺陷分布效果图（图 5）。并用不同颜色标准不同大小尺寸的孔隙。图 6 是汽车 FPC 连接器 CT 孔隙缺陷统计图，统计出材料总体积是 1.6264 mm³，孔隙缺陷总体积 0.0187 mm³，孔隙缺陷百分比 1.14%。

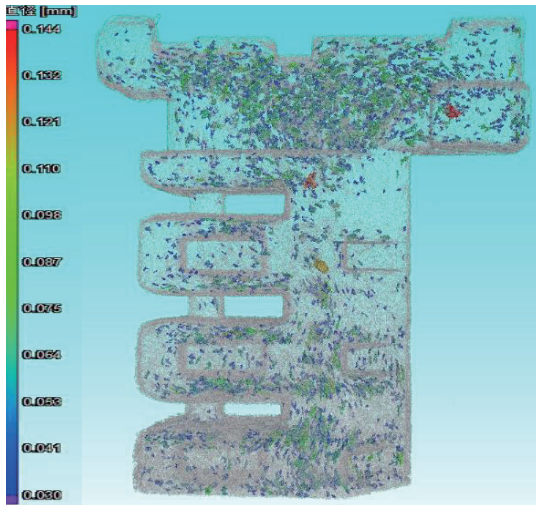


图 5 汽车 FPC 连接器孔隙缺陷分布图

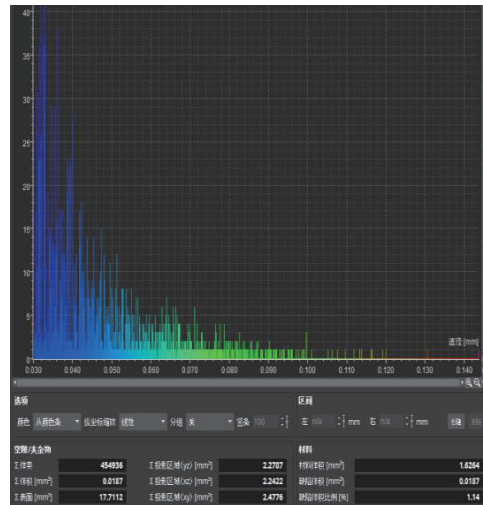


图 6 汽车 FPC 连接器孔隙缺陷统计图

迄今为止，已经有两种方法来分析和评估纤维的取向。在直接法中，在显微镜下观察从模压件中取出的薄样品，测量单根纤维的取向角度，并将该数据用于计算主要取向方向和取向度。

在间接法中，测量从成型部件沿各个方向切下的小切片的机械性能，并将结果用于估计取向角度。但是，采用直接方法时，必须一个接一个地切割样品，这是非常费力的。对于间接方法，必须在将样品切成小块之前对取向方向进行假设，如果无法做出这样的假设，则精度成为问题。

相反，如果使用 SMX-225CT FPD HR PLUS, 则可于从约 20 分钟的图像中获取数据，以详细的显示各个纤维的排列方式。从三维角度看，如图 2 和图 3 所示。在此阶段，完全可以直接使用与直接法中的微观观测数据等效的结果。

图 7 是根据汽车 FPC 连接器的数据，用软件进行纤维取向分析的结果。纤维纵向取向部分显示为红色，纤维横向取向部分显示为蓝色。图 8 统计结果显示，偏差角 78.563 度内占 50%。

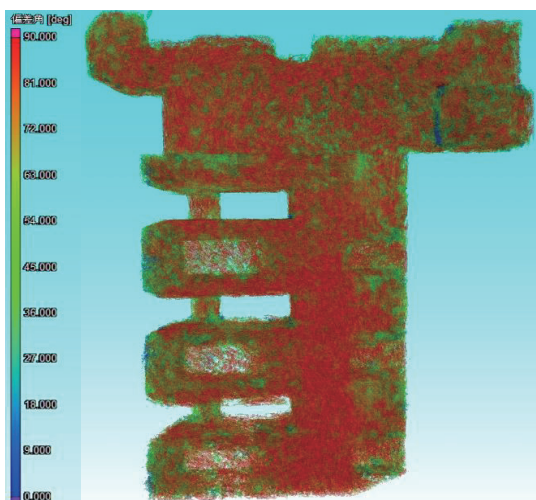


图 7 汽车 FPC 连接器纤维取向分布图

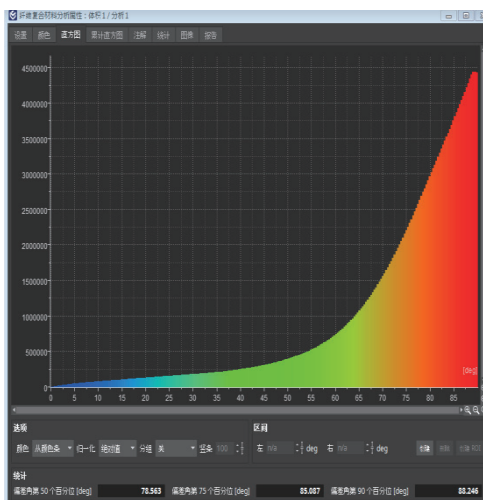


图 8 汽车 FPC 连接器纤维取向分布图

■ 结论

采用岛津公司的 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统检测汽车 FPC 连接器的内部结构，通过 CT 直观观察玻璃纤维取向和内部孔隙。通过 VG 软件计算汽车 FPC 连接器的孔隙率和玻璃纤维取向分析，有助于工厂品质部管控和研发部产品开发。

岛津应用云

