

# SMX-225CT FPD HR PLUS 观察汽车塑料 制动踏板内部结构

SMX-020

**摘要：** 本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统观察汽车塑料制动踏板的内部结构。扫描汽车塑料制动踏板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杂质。通过 VG 软件计算汽车塑料制动踏板的孔隙率和杂质率，呈现立体效果图。

**关键词：** 微焦点 X 射线 CT 系统 汽车制动踏板 高分子复合材料 孔隙率 杂质

汽车制动踏板顾名思义就是限制汽车动力的踏板，即脚刹的踏板，制动踏板用于减速停车。它是汽车驾驶五大操纵件之一。使用频率非常高。踏板的质量直接影响汽车驾驶安全。

制动踏板的常规设计，最常见的就是碳素钢冷轧板料直接冲压，成本低廉，成型好，焊接容易。但是唯一的缺点就是太重。对于汽车工业的发展，轻量化一直是个绕不过去的技术路线，因此制动踏板使用高分子复合材料（尼龙、碳纤维、聚丙烯等）作为原材料已成主流。

汽车塑料制动踏板相比传统的金属踏板廉价、轻便、抗冲击性、耐久性和高强度等优势。但是在制造过程中，如果汽车塑料制动踏板内部有气孔或杂质，则容易造成汽车塑料制动踏板断裂，造成车辆失去制动性能，增加发生碰撞的风险，存在安全隐患。利用工业微焦点 X 射线 CT 可以无损检测成品中内部气孔及杂质。测试速度快，缺陷数据精确。本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 的微焦点 X 射线 CT 系统检测汽车上的汽车塑料制动踏板的内部结构，观察内部缺陷及测量孔隙和杂质缺陷数据。

## ■ 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：180 KV

测试电流：150  $\mu$ A

图像尺寸：1024 pixels\*1024 pixels

扫描时间：5 min

SDD：800 mm

SRD：88.898 mm

Number of Views：1200

Number of Averages：1

Voxel Spacing：0.183 mm/voxel

Exposure(ms)：250.000

Acquisition Mode：Fine

## ■ 结果与讨论

### 2.1 微焦点 X 射线 CT 对汽车塑料制动踏板的观察

本次检测的是汽车塑料制动踏板，外观如图 1（1）。外观尺寸：L280 mm X W90 mm X H60 mm。图 1（2）（3）示出了整个样品的 X 光透视图。分别从正面和侧面透视观察制动踏板，只能观察到结构，内部缺陷不能检测。该样品的 CT 图像结果如下所述。



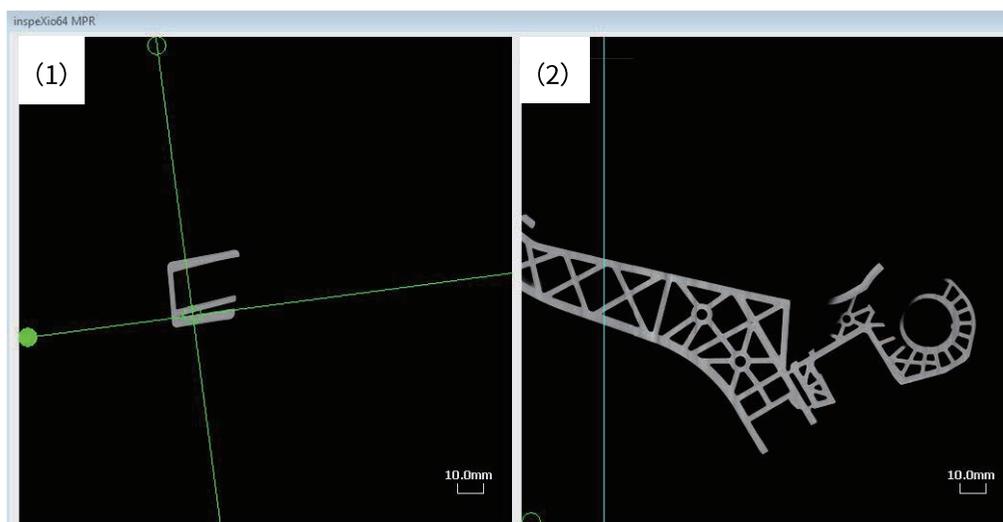
图 1 汽车塑料制动踏板外观及透视图

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，可以观察到汽车塑料制动踏板中的内部孔隙。

图 3 示出了该 CT 成像数据的三维显示。

图 4 示出了汽车塑料制动踏板的孔隙和杂质，使用 CT 可以观察内部孔隙及杂质缺陷。



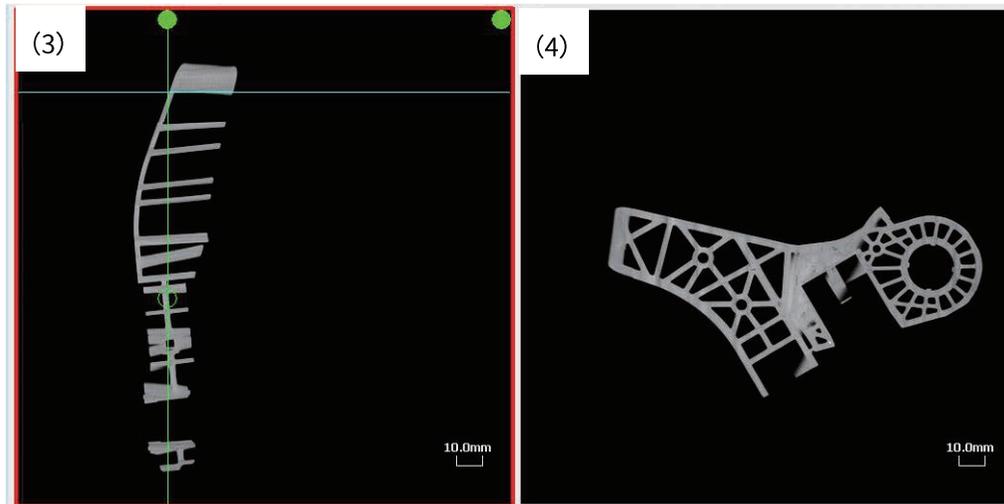


图 2 汽车塑料制动踏板 MPR 图



图 3 汽车塑料制动踏板 3D 图

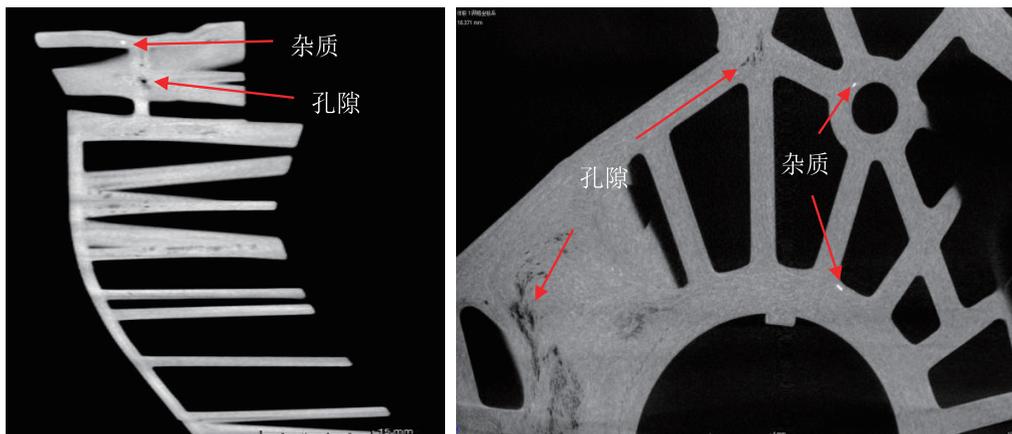


图 4 汽车塑料制动踏板缺陷图

## 2.2 汽车塑料制动踏板样品数据分析

在汽车塑料制动踏板中，除了使用尼龙、碳纤维、聚丙烯等复合材料增加强度及硬度之外，内部的结构如果有疏松、孔隙、杂质等缺陷也会影响产品的强度和硬度。产品缺陷过多过大容易断裂。针对缺陷大小可测量尺寸，图 5 孔隙的测量尺寸是 4.499 mm，图 6 杂质的测量尺寸是 0.505 mm。

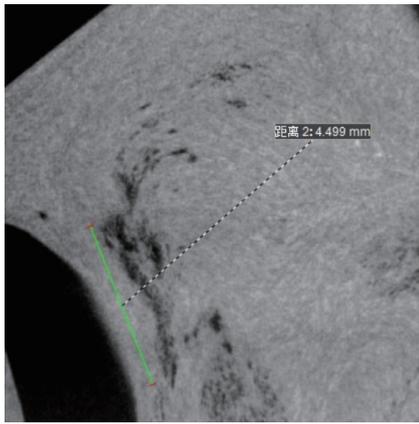


图 5 汽车塑料制动踏板孔隙尺寸测量

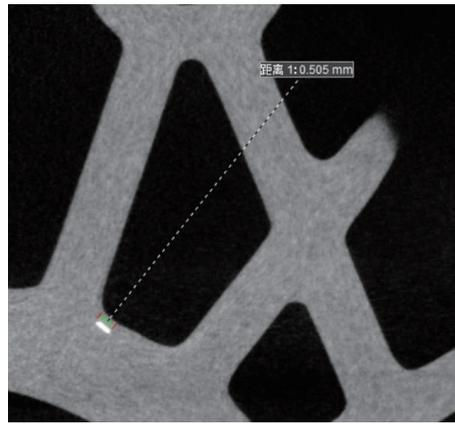


图 6 汽车塑料制动踏板杂质尺寸测量

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 7）。并用不同颜色标注不同大小尺寸的孔隙。统计出材料总体积是  $102268.9766 \text{ mm}^3$ ，孔隙缺陷总体积  $105.5485 \text{ mm}^3$ ，孔隙缺陷百分比 0.10%。

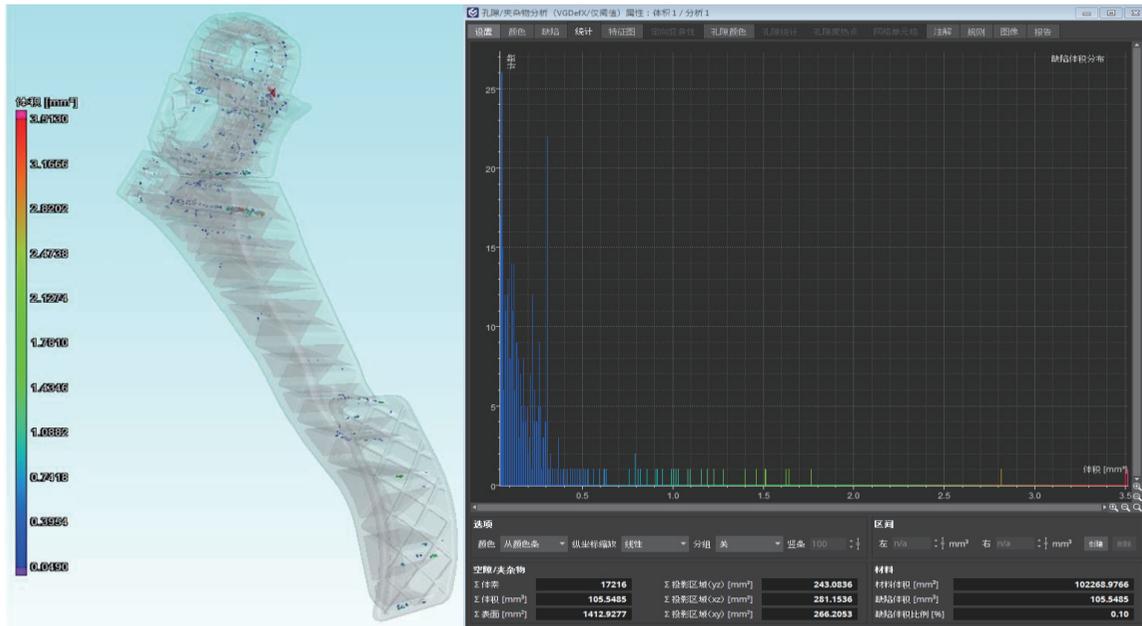


图 7 汽车塑料制动踏板孔隙率统计及分布

利用专用软件分析杂质，计算出杂质缺陷分布效果图（图 8）。并用不同颜色标注不同大小尺寸的杂质。统计出材料总体积是  $102341.4766 \text{ mm}^3$ ，杂质缺陷总体积  $28.9376 \text{ mm}^3$ ，杂质缺陷百分比 0.03%。

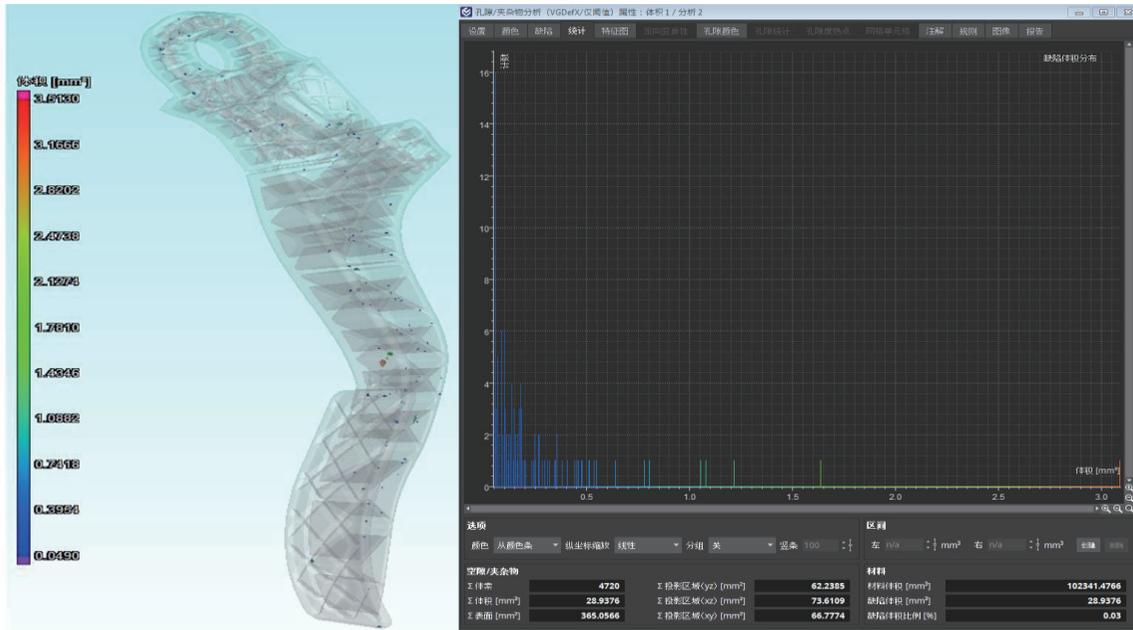


图 8 汽车塑料制动踏板杂质统计及分布

## ■ 结论

采用岛津公司的 inspeXio SMX-225CT FPD HR PLUS 微焦点 X 射线 CT 系统检测汽车塑料制动踏板的内部结构，通过 CT 直观观察内部孔隙及杂质。通过 VG 软件计算汽车塑料制动踏板的孔隙率和杂质率，有助于工厂品质部管控和研发部产品开发。

岛津应用云

