

# SMX-225CT FPD HR 在开关电器逆向工程中的应用

SMX-005

**摘要：** 本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR 微焦点 X 射线 CT 系统在开关电器逆向工程中的应用。扫描开关电器后 CT 数据，通过 MAR 软件（金属伪影处理软件）处理，消除金属伪影。运用 VG 软件处理数据，把开关电器各部分分开，呈现立体效果图。通过 VG 逆向工程功能提取开关电器 CAD 及 STL 数据。

**关键词：** 微焦点 X 射线 CT 系统 开关电器 逆向工程 CAD STL 3D 打印

开关电器是指低压电器中作为不频繁地手动接通和分断电路的开关，或作为机床电路中电源的引入开关，分为刀开关、组合开关等，普遍应用在工矿企业的电气控制设备上。

而组合开关电器种类繁多，结构复杂，零部件及装配精度要求高，厂家多采用逆向工程方式生产制造。传统方法是用三坐标测量机扫描开关电器外观获取数据，再通过后期处理软件处理，虚拟制造，反复调整修改，最后得到设计要求，完成研制。

利用三坐标测量机做逆向工程，扫描时间久，测试精度不高，对于开关电器内部结构没有办法测量，需要通过后处理软件反复调整修复，最后通过人工干预方案完成逆向工程，这些不利因素造成利用三坐标测量机在开关电器逆向工程中应用出现短板，急需一种新的技术解决，而工业 X 射线 CT 就很好的解决了此问题。不但测试速度快，而且精度高。本文介绍运用 inspeXio SMX-225CT FPD HR 的微焦点 X 射线 CT 系统检测开关电器，并导出 CAD 及 STL 数据。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

inspeXio SMX-225CT FPD HR 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：210KV

测试电流：300 $\mu$ A

图像尺寸：1024pixels\*1024pixels

扫描时间：10min

SDD：800mm

SRD：101.095mm

Number of Views：2400

Number of Averages：1

Voxel Spacing：0.050mm/voxel

Exposure(ms)：250.000

Acquisition Mode：Fine

## ■ 结果与讨论

### 2.1 样品外观图

本次检测的是一种组合开关电器，如图 1。外观尺寸：L30mm X W17mm X H9.5mm。



图 1 开关电器外观图

## 2.2 MAR 软件处理

使用 Shimadzu 微焦点 X-ray CT 系统 inspeXio SMX-225CT FPD HR 扫描开关电器，得出 CT 数据。由于开关电器中的塑料和铜金属片密度相差很大，CT 图像中金属伪影很严重。塑料部分和铜金属片部分不能直观的分开，岛津公司通过 MAR 软件（金属伪影处理软件）处理 CT 数据，使塑料部分和金属部分产生明显的界限，并修复塑料中伪影，使图像清晰。

通过观察 CT 图像，发现开关电器中金属伪影很严重。如图 2 所示。通过 MAR 软件处理后，得到图 3 所示的图片，塑料材质和金属界限轮廓很明显，塑料中的孔隙在在在处理前不清晰，处理后能够清晰观察出来。

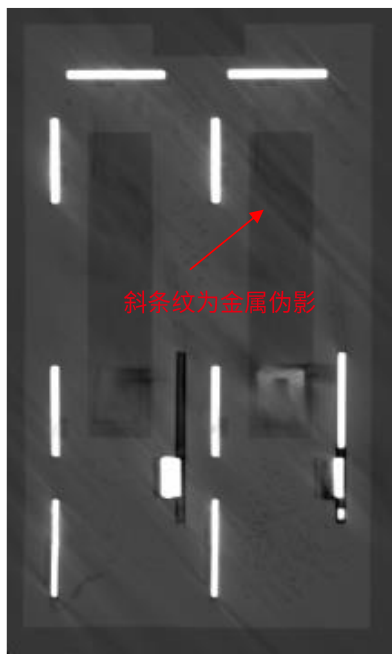


图 2 开关电器 CT 截面图 (MAR 处理前)

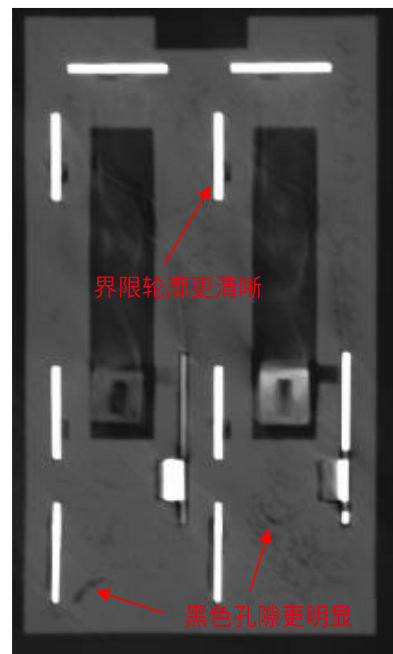


图 3 开关电器 CT 截面图 (MAR 处理后)

### 2.3 逆向工程

通过 VG 软件对开关电器根据不同灰度进行提取，把开关电器分成各个独立的部分。开关电器结构是分为塑料和金属，塑料制造过程是一体的，而金属是若干部分结合而成。因此本提取过程分为两部分：第一部分把塑料和金属分开，把塑料整体提取出来（图 4）；第二部分把金属若干部分分开，提取各个部分（图 5）。



图 4 开关电器 3D 图（塑料和金属分开）

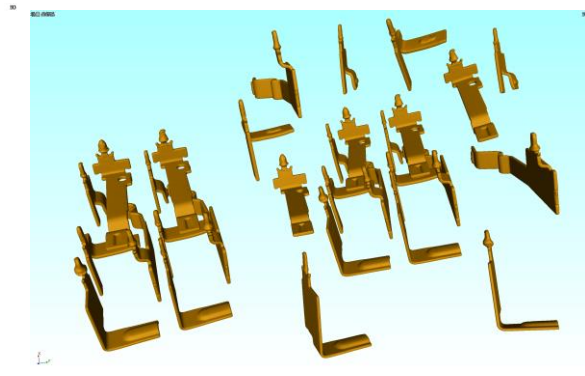


图 5 开关电器 3D 图（各金属分开）

开关电器各个部分分解之后，使用 VG 软件表面测定，直接转换为 CAD 格式或者 STL 格式。设计者把 CT 扫描获得 CAD 或者 STL 数据直接导入到设计开发软件中，经过生产设备制造就可以生产出 1:1 的产品。还可以直接连接到 3D 打印机，直接 3D 打印出来。

图 6 展示了开关电器塑料部分通过 CAD 转换的图形，相对于图 4 区分，颜色由绿色变为蓝色，并且表面有网格。

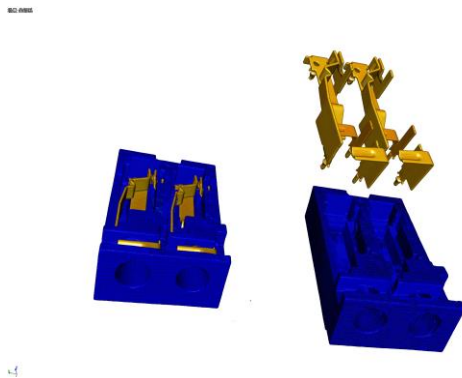


图 6 开关电器 3D 图（塑料 CAD 网格图）

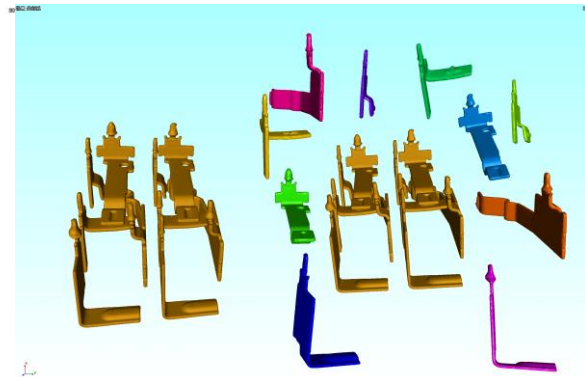


图 7 开关电器 3D 图（金属 STL 网格图）

### ■ 结论

采用岛津公司的 inspeXio SMX-225CT FPD HR 微焦点 X 射线 CT 系统检测开关电器，利用 MAR 软件消除开关电器 CT 数据中的金属伪影。通过 VG 软件把开关电器各部分单独提取，生成开关电器 3D 图，最后转换成 CAD 格式和 STL 格式。完成实物逆向工程，有利于工厂及研究机构技术创新。

岛津应用云

