

# 多晶氟化镁 ( $\text{MgF}_2$ ) 导弹整流罩内 散射颗粒定量无损检测方法研究

Study on the Quantitative NDT Method for Scattering Particles  
in the Polycrystalline-Magnesium-Fluoride Dome for Missile

北京航空材料研究院 苏飞 王自明

Su Fei Wang Ziming (Institute of Aeronautical Materials, Beijing)

**[摘要]** 将 CCD 摄像技术与计算机数字图像处理技术用于散射颗粒的定量检测, 设计制造了配套设备—SG-95 型散射颗粒定量检测系统, 首次实现了多晶  $\text{MgF}_2$  导弹整流罩散射颗粒的工程定量检测与自动计数, 检测精度优于  $10\mu\text{m}$ 。

**关键词:** 多晶  $\text{MgF}_2$  整流罩 散射颗粒 无损检测 数字图像处理

**[Abstract]** The technology of CCD photographing and digital image processing through computer were used to test quantitatively for scattering particles in the polycrystalline-magnesium-fluoride ( $\text{MgF}_2$ ) dome of missile, its accessory facilities—SG-95 type of scattering particles testing system had been designed and manufactured, so, engineering quantitative test and automatic count of scattering particles in the  $\text{MgF}_2$  missile dome was realised for the first time. The accuracy of the testing system was better than  $10\mu\text{m}$ .

**Keywords:** polycrystalline magnesium fluorides dome scattering particles NDT (Non-destructive Test) digital image processing

## 1 前言

在  $\text{MgF}_2$  整流罩中, 由于原料及热压成形工艺的原因, 不可避免地存在一些影响红外线透过的杂质(如气泡、包裹体、大的位错区及雾丝等), 统称为散射颗粒。它们对红外信号的衰减比较严重, 降低了整流罩的红外透过率, 从而影响了导弹的制导精度。因此, 对散射颗粒的检测成为导弹整流罩质量控制的重要手段之一。国军标对整流罩中散射颗粒的数量及其当量直径(即等面积圆的直径)的分布密度都作了严格的限制。但是在检测手段上, 国内及美军标均采用目视、放大镜或读数显微镜来进行, 基本上是定性或半定量的, 对于形状不规则的散射颗粒, 尤为如此, 从而使得国军标对散射颗粒的定量无损检测的要求, 无法得到有效执行。建立有效的散射颗粒定量检测方法, 已成为有关部门的迫切要求。

## 2 散射颗粒信号的获取方法及检测系统原理

### 2.1 散射颗粒信号的获取

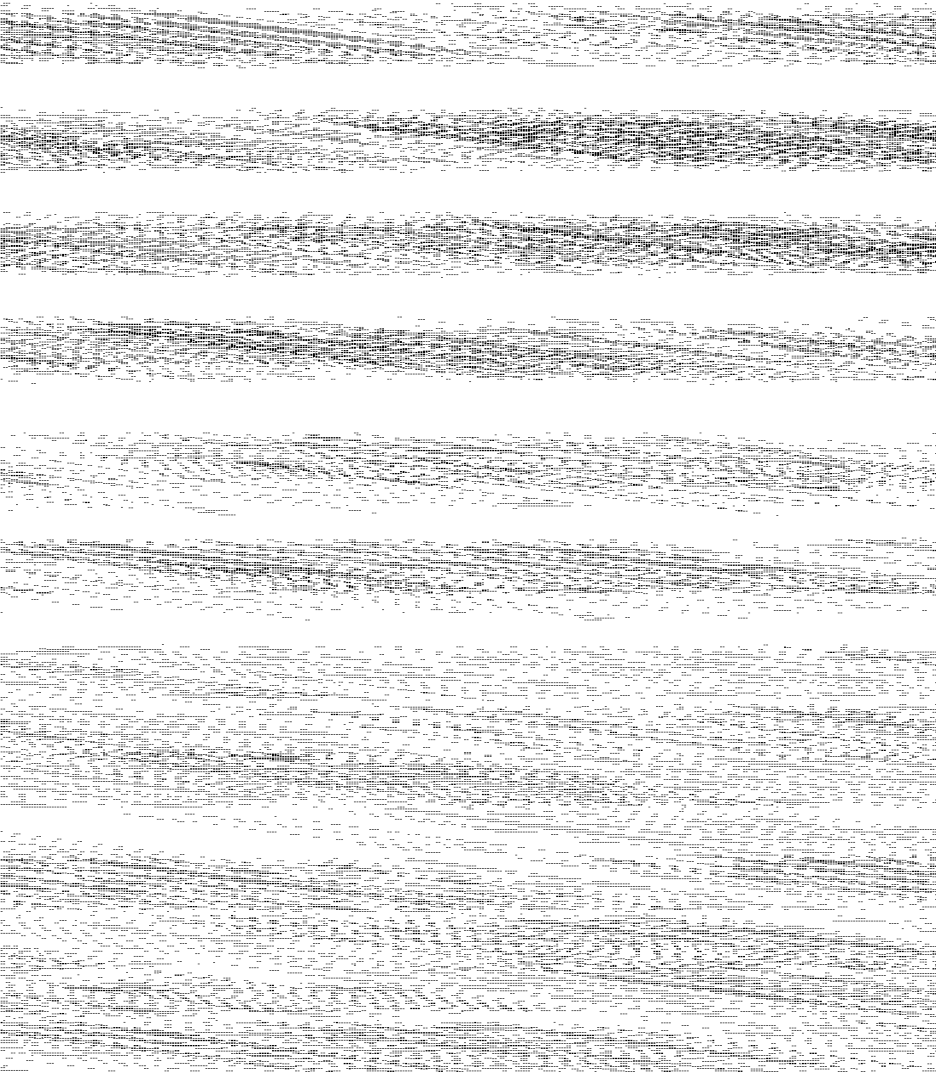
如果散射颗粒的检测, 能从  $\text{MgF}_2$  整流罩的毛坯阶

段开始, 无疑是最经济的。但由于整流罩毛坯粗糙的内表面对光线的散射作用, 使得其内部的散射颗粒信号无法取到。实验表明: 整流罩(毛坯)至少经过单面(内表面即凹面)抛光, 是获取其内部散射颗粒信号的主要条件。

### 2.2 定量检测系统的建立及其组成

采用透射式显微镜作为基本测试工具, 设计专用夹具(二维旋转台, 带坐标值, 见图 1)控制整流罩的受检部位并保证不漏检, 夹具与显微镜载物台连接。由 CCD 摄像机代替人眼从显微镜的目镜处获取图像、并显示在监视器上, 图像经计算机内的图像板数字化后, 存放在板内的帧存中。然后运用数字图像处理技术, 完成对图像的增强、滤波、散射颗粒的识别、量化标定及统计等处理。整个检测系统的构成见图 2。

系统中, CCD 的分辨力为 600 线, 图像帧存为  $512 \times 476 \times 8$  bits, 显微镜的放大倍数为  $25.4 \sim 500 \times$  可调, 常用倍率为  $25.4 \times$ 。在此条件下, 一幅图像对应  $2.5\text{mm}$  (横向)  $\times 2.0\text{mm}$  (纵向) 的实际范围, 其它各项设备的技术参数参见文献 [2]。



—

基础上在超用已摘摘值制工作  
控策略抗推技术和完成发展的程：  
。 环环装置性检测系统的研制  
标通通对图像清晰，零件运行实  
探头稳定作、可软件编制等设计、  
面都达到了较高的水平。

0.000)超用8C 超用装置性检测系统的研制  
自然未焊透 图中 A 区为