

航天产品工业内窥检测典型多余物的判别方法

刘丽荣 马 骏 张 立

(首都航天机械公司, 北京 100076)



摘要: 针对航天产品中的质量与可靠性要求, 根据内窥检测过程中典型多余物形成的图像与形貌特征, 可以实现对多余物的准确定位, 并提出了内窥检测中典型多余物的分类判别方法, 为有效控制航天产品多余物提供了重要的参考。

关键词: 多余物; 内窥检测; 判别

Judgment Methods of Representative Foreign Object Debris (FOD) in Borescope Inspection (BSI) for Aerospace Products

Liu Lirong Ma Jun Zhang Li

(Capital Aerospace Engineering Machinery Company, Beijing 100076)

Abstract: With the requirement of quality and reliability in aerospace manufacturing, accurate location of the Foreign Object Debris (FOD) can be obtained by the representative mode and image of FOD in Borescope Inspection (BSI). The judgment methods of FOD in BSI are presented, and may be used to control FOD for aerospace products.

Key words: FOD; BSI; judgment

1 引言

多余物控制是航天型号质量控制的重要环节, 由多余物所导致的产品功能丧失甚至重大飞行事故在世界航天史上已屡见不鲜。在航天结构类产品中, 尽管已引入防多余物设计的理念, 但是由于产品结构和制造工艺等原因, 多余物隐患尚未完全杜绝。而带内流道或复杂内型面结构的航天产品因为检测工具的可达性较差, 多余物的检查与识别一直是产品质量控制的难题。随着检测技术的不断发展及检测手段的日益先进, 内窥检测被认为是检查带内流道或复杂内型面结构航天产品内部多余物的有效途径。

通过对航天产品内部结构进行内窥检测, 根据典型多余物形成的图像与形貌特征, 可以实现对多余物的准确定位, 并提出了典型多余物的分类判别方法。

2 常用内窥检测特点

通常把工业内窥镜分为直杆镜、光纤镜和视频镜等三种类型。三种类型的内窥镜性能见表 1。

表 1 三种类型内窥镜性能比较

| | 直杆镜 | 光纤镜 | 视频镜 |
|--------|-------------------------------|-----------------|------------|
| 结构特点 | 简单 | 简单 | 复杂 |
| 功能 | 少 | 少 | 多 |
| 弯曲度 | 不可弯曲 | 可弯曲 | 可弯曲 |
| 成像效果 | 好 | 受光纤数量的影响, 有蜂窝现象 | 好 |
| 成像原理 | 光学成像 | 光学成像 | CCD 数字成像 |
| 图像信号 | 光学信号 | 光学信号 | 电子信号 |
| 图像传递介质 | 玻璃透镜 | 柔性光导纤维 | 电线 |
| 可换镜头 | 不可换 | 可换 | 多种镜头互换 |
| 可视角度 | 0°~90° | 0° | 0°~90° |
| 探头最小直径 | 1.5mm | 0.5mm | 2.5mm |
| 探头长度 | 一般小于 500mm。有些可采用多杆组接, 长度达 10m | 较长, 一般在 1~2m | 很长, 可达 20m |
| 测量功能 | 无法进行 | 无法进行 | 可直接测量长度深度 |
| 图像存储处理 | 可后装 | 可后装 | 可直接进行 |

作者简介: 刘丽荣 (1968-), 工程师, 通用机械与自动化控制专业; 研究方向: 无损检测技术。

收稿日期: 2013-05-14

在对产品进行内窥检测时,往往根据不同的被测产品结构和检测要求,选择使用不同类型、不同规格的内窥镜,一般原则是:

a. 在任何情况下,只要探头直径合适,都可选用视频镜。

b. 对结构简单、探头可直接到达的被测产品,可选用直杆镜;对内腔结构复杂的被测产品,如对图像质量和数据后处理没有特殊要求,可选用光纤镜;否则,选用视频镜。

c. 受 CCD 尺寸的限制,目前视频镜的探头直径最小为 2.5mm。考虑到检测时探头能自如进出产品内腔并确保不划伤产品,对通道直径小于 4mm 的被测产品,一般选用直杆镜或光纤镜。

d. 对含有测量内容的检测项目,应选用带有测量功能的视频镜。

e. 在外场进行内窥检测时,一般选用便携或手持内窥镜。

f. 在同一类型的内窥镜中,只要被测产品通道许可,应选用探头直径较大、工作长度合适的内窥镜。

3 典型多余物的判别方法

在航天结构类产品中,内窥检测发现的多余物一般分为两类:一类是活动多余物。该类多余物一般由外部进入或加工过程中产生,容易移动或剥落;另一类是非活动类多余物。一般由原材料缺陷或其它附着物产生。常见的多余物有:毛刺翻边、起皮、划伤、拉线、锈蚀、焊接飞溅、金属屑以及其它异物等。

3.1 毛刺翻边的判别

机械加工零件相贯孔相交处、导管焊漏处以及管壁孔加工时易产生毛刺翻边,产品在后续加工或装配中易脱落形成多余物。通过内窥镜观察的形貌,判别毛刺翻边的方法是沿相交线呈不规则状。图 1 为机加零件相贯孔处的翻边毛刺,图 2 导管类毛刺翻边。

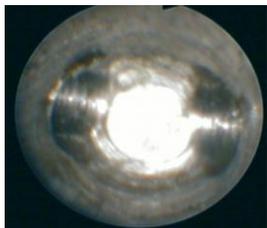


图 1 翻边毛刺

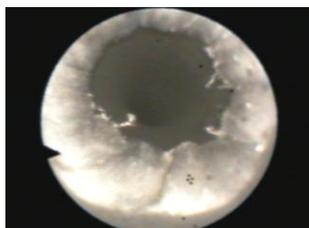


图 2 导管类毛刺翻边

3.2 起皮的判别

起皮是指产品内表面出现的一种片状凸起物,在管材生产过程中比较常见。通过内窥镜观察的形貌,判别毛刺翻边的方法是内壁有白色反光亮点,见图 3、图 4。

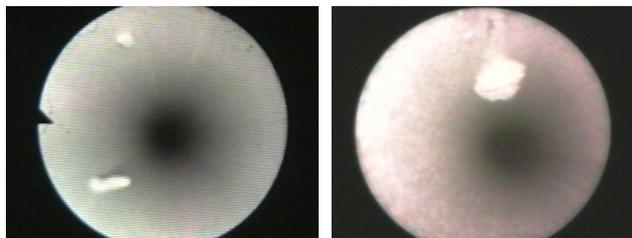


图 3 起皮(铝合金导管) 图 4 起皮(高温合金)

3.3 划伤、拉线的判别

划伤、拉线是指沿管路方向形成的一条或多条平行直线形损伤,长度较长,多为管路生产加工过程造成。在内窥图像中,因反射光线与观察角度的不同,表现为沿管路方向的亮线或暗线。划伤一般较深,内窥检测时能发现其有明显的深度。一般拉线、划伤处有金属翘起,内窥对此类缺陷的检测十分灵敏。见图 5、图 6。

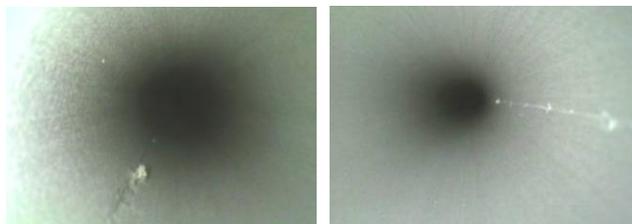


图 5 划伤(不锈钢导管) 图 6 拉线(不锈钢导管)

3.4 腐蚀的判别

通过内窥镜观察的形貌,腐蚀区域有明显的边界,且与基本金属存在颜色差别。腐蚀产物易脱落形成多余物,脱落处一般有腐蚀坑。典型腐蚀现象见图 7。



图 7 腐蚀(不锈钢导管)

3.5 焊接飞溅的判别

焊接飞溅一般出现在焊缝附近或焊接区域附近

