

数字化射线照相技术对轻物质的判断

韩裕生²⁾ 罗娅²⁾ 丁厚本¹⁾ 邵立康²⁾ 廖南³⁾ 朱平安²⁾

1)合肥东方辐射公司, 合肥 230088

2) 解放军炮兵学院, 230031

3)安徽省港航设计院, 230031

摘要: 本文介绍了数字化射线照相技术对轻物质进行判断的方法。经实践证明, 该方法是合理和有效的, 可大大增强对轻物质的识别能力, 是一种非常可行的识别技术。

关键词: 数字化射线照相技术; 识别, 轻物质

ISSN 文章编号: 1004-4140 (2002) 01-0010-03 中图分类号: TP391.5 文献标识码: A

The Identification of A Light Substance Based On Digital Radio-Graph Technology

HAN Yusheng², LUO Ya², DING Houben¹, SHAO Likang², LIAO Nan³ and ZHU Pingan²

1) He Fei Eastern Radiation Science Inco.(EASTRA) 230088, E-mail:EASTRA@mail.hf.ah.cn

2) The Artillery Academy of PLA, 230031

3) Anhui Provincial Navigation Survey Design Institute, 230031

Abstract: The paper introduces how to use Digital Radio-Graph technology to identify a light substance. It is proved by practice that the method is reasonable and effective and feasible and can enhance the ability to identify a light substance.

Key words: digital radio-graph technology, identify, light substance

引言

数字化射线照相技术是利用放射性同位素扫描物体, 由于不同的物体有不同的线性减弱系数, 可以得到物体的最小分辨厚度和穿透力, 并且可以得到物体的重建图像, 根据所得图像的轮廓来大致判断该物体为何种物品。数字化射线照相技术本身应用于对重物质的判断, 东方辐射公司在研究数字化照相技术时, 提供了数字化射线照相技术同样也适用于对轻物质的判断的方法, 是具有实用性的通用软件。该软件以 Windows, C++ Builder 为平台, 建立了存放物品轮廓特征值的关系数据库, 由所得成像轮廓的特征值与数据库中的特征值比较来确定物品的种类。该方法能迅速、准确地对物品做出判断, 并且对轻物质判断的算法简单, 物品成像的速度和质量都满足要求, 具有很强的实用性, 有利于推广应用。

*收稿日期: 2002-01-21

本文就数字化射线照相技术对轻物质的判断方法原理做一介绍。

1 算法的数学模型

射线对物品的最小分辨厚度和穿透力, 是根据射线穿透物品后探测器计数的变化而得到的, 因此我们必须得到通道上没有物品通过时探测器的计数情况和通道上有物品通过时探测器的计数情况。没有物品通过时, 探测器的计数 N_0 的计算公式为:

$$N_0 = \frac{3.7 \times 10^{10} \times S \times \Delta A \times \Delta T \times h \times x}{4pR^2} \quad (1)$$

式中 S 为放射源, 放射源不同, 则 S 亦不同

ΔT 为采样时间

ΔA 为探头闪烁体截面尺寸

h 为探测效率; x 为源的利用系数

R 为放射源与探头的距离

在此公式中, 探测器的计数会因为探测器的不同分布, 其 R 的计算方法会有所不同。

通道上放了物品后, 探测器的计数 N 的计算公式为:

$$N = N_0 \exp(-\mu d) \quad (2)$$

式中 μ 为该物品的线性减弱系数

d 为该物品的沿射线方向的长度

由公式 (2) 可知放了物品后, 探测器的计数与 N_0 成正比, 而与 μ 与 d 成反比。由于每种物品的 μ 值均不同, 可知放了物品后, 探测器的计数也不同。有了放物品前后探测器的计数 N 和 N_0 , 我们就能计算该物品的最小分辨厚度, 最小分辨厚度的计算应该满足式:

$$N_0 - N > 2\sqrt{N_0} \quad (3)$$

则有 $N_0 - N_0 \exp(-\mu d) > 2$, 由此式即可求出最小分辨厚度 d 。

最大检测厚度为二倍至五倍半值层厚度即: $2 \times \ln 2 / \mu$ 至 $5 \times \ln 2 / \mu$ 。

2 数字化照相射线技术对轻物质的判断方法的实现

对于钢等金属, 只要其厚度大于最小分辨厚度 d , 其横截面大于探头有效截面尺寸 ΔA 就能成像。对于轻物质, 当没有干扰物时, 只要其厚度大于最小分辨厚度 d , 截面大于探头有效截面尺寸 ΔA 就能成像, 当有干扰物时, 若要从干扰物中区分出轻物质, 则由设计可知传送带的速度 u 和采样时间 ΔT , 即一次采样后传送带运动了约 $u \times \Delta T$ 。

在不考虑散射修正及噪声等因素时, 对被测轻物质例如毒品、炸药, 只要横截面大于

ΔA ，长度大于 $u \times \Delta T$ 就能成像；若考虑到检测仪器对线性减弱系数的分辨，对于轻物质，其体积为：沿传送带运动方向的尺寸 \times 水平方向的尺寸 \times 垂直方向的尺寸，其体积应大于 $u \times \Delta T \times \Delta A$ （质量为：物体的密度 $\times u \times \Delta T \times \Delta A$ ）才能较好地成像。

根据所得成像的轮廓可以提取一定的特征值，与数据库中的特征值进行比较，取得与该特征值最接近的那种物质，即可判断出该物质的种类。

3 结果

3.1 重建结果：

合肥东方辐射公司采用上述方法得到了效果较好的扫描图片（如图 1 所示）。图片是扫描一块铁、一块 TNT 和一块海洛因所得的图片。从扫描图上可以看出，这三种物品所得的图片轮廓清晰，灰度值也有很大的差别，图象的分辨率较高，因而这三种物品通过图像的轮廓就能够区分这三种物质。

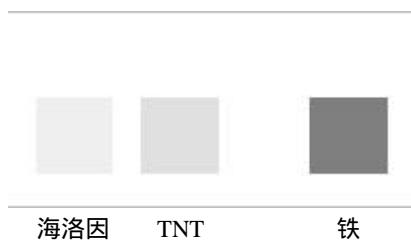


图 1

3.2 数据结果：

对于某种 γ 射线源通过计算可得到 $N_0 = 9334$ ，由前面介绍的算法，可以得出：

- 1) 铁的最小分辨厚度为 0.018 cm ，最大检测厚度为 1.2 cm 至 3.0 cm ；
- 2) TNT 的最小分辨厚度为 0.1 cm ，最大检测厚度为 6.6 cm 至 16.6 cm ；
- 3) 海洛因的最小分辨厚度为 0.2 cm ，最大检测厚度为 13.3 cm 至 33.2 cm 。

对于铁，当体积大于 $0.25 \times 0.018 \text{ cm}$ 时就能成像。

现在有体积均为 $5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ 的某两种轻物质，即 TNT 有 847 g ，海洛因有 410 g ，它们能够成像，并且能区分开来。

4 讨论

利用数字化射线照相技术对轻物质的判断方法有以下特点：算法比较简单、灵活；图像分辨率比较高；识别的方法简单，只要求取特征值与搜索数据库。

我们提出的这种新的对轻物质的判断算法，对于 μ 值非常接近的轻物质，还有待于进一步研究。

作者简介：

韩裕生，男，1972-06 月生，硕士讲师，主要研究内容：图像处理、模式识别。

罗 娅，女，1975-10 月生，解放军炮兵学院计算机应用技术专业硕士研究生，研究方向：图形理论及计算机模拟。