

文章编号: 1007-4627(2005)01-0125-02

散射光子对 ^{60}Co 集装箱 CT 检测系统的影响

尹在哲

(清华大学核能与新能源技术研究院, 北京 100084)

摘要: 用蒙特卡罗 (EGSnrc) 方法模拟计算集装箱 (大型客体) CT 检测系统 ^{60}Co 光子能谱, 讨论和分析了该检测系统的客体散射光子对影像分辨率的影响, 为进一步提高集装箱 (大型客体) CT 检测系统数字成像分辨率提供了理论依据.

关键词: 蒙特卡罗方法; CT 检测系统; ^{60}Co 光子能谱

中图分类号: TL99 文献标识码: A

1 前言

射线成像技术自 100 年前 X 射线被发现后, 最先在医学领域得到了应用, 并拍摄了第一张人体骨骼的 X 射线影像照片. 随后射线成像技术很快被应用到工业无损检测等领域. 特别是近几十年射线成像技术随着计算机的迅猛发展, 其在工业领域里的应用也有了长足的发展和进步^[1]. 本文用蒙特卡罗方法模拟计算 ^{60}Co 集装箱 (大型客体) CT 检测系统光子能谱, 分析和讨论检测系统的客体散射光子对 CT 重建图像的影响.

2 模拟计算

图 1 给出了 ^{60}Co CT 检测系统纵向切面图. 被检测客体用 10 cm 厚的钢板模拟, ^{60}Co 源距离前后

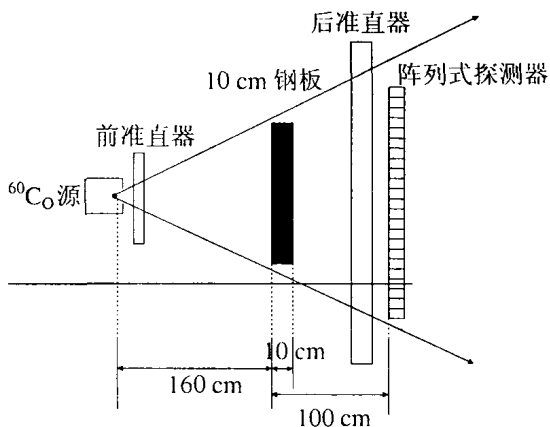


图 1 ^{60}Co CT 检测系统切面图

准直器分别为 20 和 240 cm. 探测器距离后准直器为 20 cm. 图 1 尺寸参考了清华大学研究开发的 ^{60}Co CT 检测系统^[1]. 在蒙特卡罗模拟计算 ^{60}Co 射线在客体钢板中的能谱时, 假设钢板横向尺寸足够大, 钢板设定在前后准直器之间距前准直器 140 cm 处.

3 光子能谱

图 2 示出了用 Monte-Carlo 方法计算的 ^{60}Co 光子经如图 1 所示的不同射野穿过 10 cm 厚钢板后在

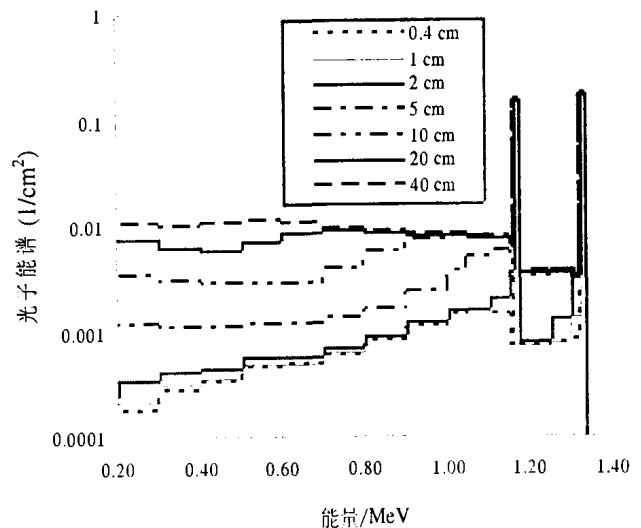


图 2 不同射野的 ^{60}Co 光子穿过铁后的能谱

探测器位置上的能谱. 其前后准直器缝宽从 0.4 至

收稿日期: 2004 - 08 - 31

作者简介: 尹在哲 (1964 -), 男 (汉族), 北京市人, 副教授, 博士, 从事放射医学物理与核技术应用研究;

E-mail: z. yin@mail. tsinghua. edu. cn

40 cm. 图 3 给出了用 Monte-Carlo 方法计算固定前后准直器缝宽为 0.4 cm 时的铁中不同深度处的 ^{60}Co 能谱. 计算中粒子输运参数 $ECUT = 0.700$ MeV, $PCUT = 0.01$ MeV, $ESTEPE = 0.25$. 在 Monte-Carlo 计算中使用了几何对称互换技术, 节省了大量计算机运算时间, 同时提高了计算精度. 具体计算方法见文献[2].

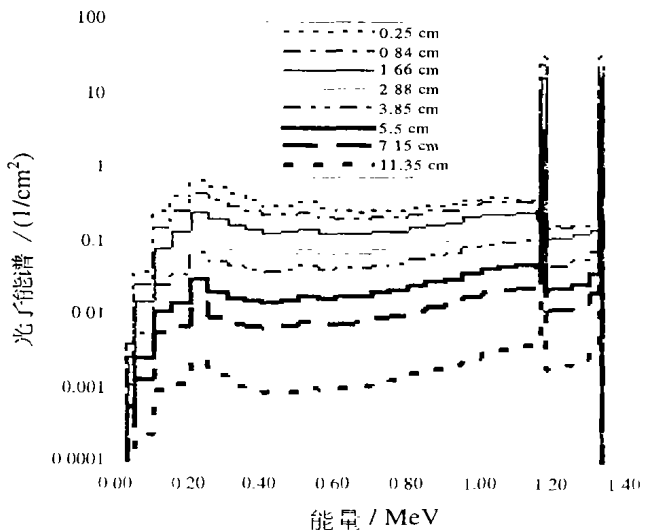


图 3 前后准直器缝宽为 0.4 cm 时的铁中不同深度处的 ^{60}Co 能谱

参 考 文 献:

- [1] 安继刚. ^{60}Co 数字辐射成像集装箱检测系统. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [2] Yin Z, Hugtenburg R P, Beddoe A H. Prot Dosim, 2002, 101: 415.

4 分析与讨论

CT 图像是利用反投影重建算法, 即知道图像某一点处的射线信号衰减量 I/I_0 , 反求其该点的衰减系数 $\mu(x)$. 下列公式给出了信号衰减量 $I(x)/I_0$ 与质能衰减系数 $\mu(x)$ 的关系.

$$I(x) = I_0 e^{-\mu(x)x}, \quad (1)$$

$$\mu(x) = \frac{\ln I_0/I(x)}{x}. \quad (2)$$

公式 (1) 和 (2) 中, I_0 和 $I(x)$ 分别是射线入射前、后的射线强度. x 为物质某一点的厚度. 从图 2 和图 3 中的能谱可以看到, 低能散射不仅随照射野的变化而变化, 还随深度而变化, 射线能量随深度硬化也非常明显. 在 CT 重建图像计算中, 由于射线能量的硬化造成了同一种物质的像素值有变化, 即同一种物质的衰减系数 μ 发生变化. 这样就造成了同一种物质的成像不均匀, 降低了图像分辨率. 经过计算该检测系统的客体散射能谱, 可以知道能量硬化率. 同时可以修正能量硬化造成的图像误差. 提高图像分辨率.

Effect of Scattered Photon on ^{60}Co Container Inspection System

YIN Zai-zhe

(Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 1000084, China)

Abstract: The photon fluences for ^{60}Co CT container inspection system are calculated by using Monte Carlo method. The paper provides that these results of calculation for ^{60}Co photon fluences can give a correction method to increase CT image resolution.

Key words: Monte-Carlo method; CT container inspection system; ^{60}Co photon fluences