

## 直接投影断层成像技术的初步实验研究

高 云, 胡道予, 李 震, 邱 石, 吴 进

(华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科, 武汉 430030)

**摘 要:** **目 的:** 探讨直接投影断层成像技术的一般原理及其使用价值。**方 法:** 自制柱透镜及反投影机与电视透视机相结合, 进行反投影试验。**结 果:** 用该直接投影机能显示出模型的断层图像。**结 论:** 直接反投影断层原理成立, 可以显示出物体断层图像, 因而进一步研究直接投影用于人体(或生物体)断层成像有一定的价值。

**关键词:** X 线计算机; 断面成像; 直接投影

**中图分类号:** R814.42 **文献标识码:** A

## Preliminary Study on Direct Projection Tomography Technology

GAO Yun, HU Dao-yu, LI Zheng, QIU Shi, WU Jin

(Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College,

Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P.R.China)

**Abstract:** **Objective:** To study the theory and the value of direct projection tomography technology.

**Methods:** Made a cylinder lens and a direct back projection tomography machine. Check a model by this machine.

**Results:** The direct projection tomography machine can display tomography image of the model.

**Conclusion:** It is reasonable and valuable that the direct projection tomography technology.

**Key words:** X-ray computed, tomography, direct projection

CT 扫描仪因其成像清晰无重叠, 又有良好的密度分辨率而在临床上得以广泛应用。能不能运用其他方法得到类似 CT 那样无重叠的影像呢? 我们设计了一种直接投影断层成像机, 并进行了模拟试验, 现报告如下:

### 1 材料与 方法

(1) 所设计的电视透视机系采用普通电视透视机, 它由 X 线球管, 影像增强器, 监视器等构成;

(2) 自制投影机, 它主要由显示器, 柱透镜, 光栅反光板及成像数码相机组成(如图 1)显示器与透视机监视器相连可以显示透视中物体的影像。柱透镜置于显示器与光栅反光板之间, 可以将显示器上的图像成像于光栅反光板上。数码相机将光栅反光板上图像摄入形成断层图像, 我们选用柯达 A40 型相机, 其快门时间可达 12 秒;

(3) 该实验中柱透镜是成像的关键, 因为没有现成的产品我们用透明膜自制了一个透镜, 里面充满水作为折光物质;

(4) 被检查的物体模型是两个直径不等的塑料圆柱体。

试验时,先调整透视机水平方向的光圈,使透视时显示器上显示一条宽约 0.5 cm 水平光带,然后调整柱透镜的位置使光栅反光屏上得到清晰的光栅图像,并使光栅图像能清晰的显示在数码相机的显示屏上。调整被检查物体的中心位置,及数码相机镜头的中心位置使之相对应。扫描时,载物台和数码相机做同步旋转运动,旋转开始则同时启动相机快门,旋转一周时间为 10 秒,相机快门时间也设定为 10 秒。透视机用 80 kV, 2.0 mA。

## 2 结 果

通过该投影机我们获得了模型的断层图像(如图 2),图中两个直径不同的圆形光斑即为两个圆柱体的横截面图。

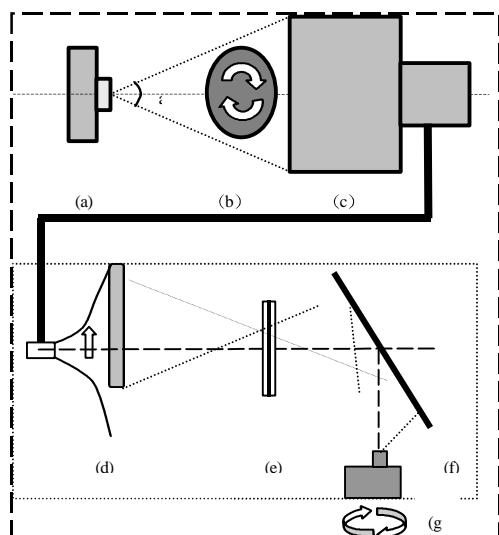


图 1 投影机结构示意图 (a 球管 b 旋转载物台 c 影像增强器 d 显示器 e 柱透镜 f 光栅反光板 g 数码相机)

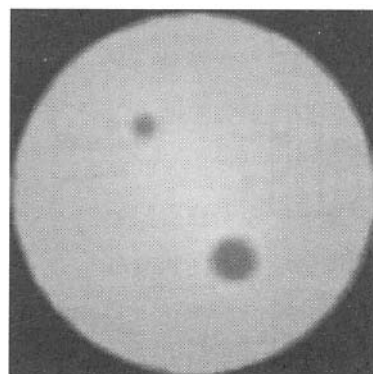


图 2 经投影实验所形成的两个圆柱体的断层图像

## 3 结 论

通过以上试验,我们认为直接投影断层成像试验是成功的,其原理是可行的,值得进一步研究以利用于临床。

## 4 讨 论

直接反投影断层成像原理分析:CT 机的工作原理是将准直和滤过处理的扇形 X 线束环绕人体某一断面旋转,从不同的角度由高灵敏度的探测器测得 X 线经人体衰减后的强度值,并将其转化为数字信号,然后利用计算机以一定的数学运算方式进行图像重建运算而得出断层图像。反投影法是传统 CT 机常用的一种图像重建运算方式。它是将从不同角度通过某一体素的所有 X 线衰减减值进行累加计算来估算该体素的吸收系数<sup>[1,2,3,4]</sup>。该系数与体素的密度以及断层图像上对应像素的黑化度成正比。我们所采用的直接投影断层成像是用光学的方法将通过某一体素的 X 线在显示器上所对应的亮点进行投影并使在扫描移动中所有通过该体素的 X 线所对应的亮点都投影到照相

机 C C D 感光屏上对应的某一点进行曝光的累加, (CT 扫描时是球管和探测器旋转移动, 实验中我们采用物体旋转的方式), 当载物台和相机同步旋转完成一周时完成一次扫描, 相机完成一次曝

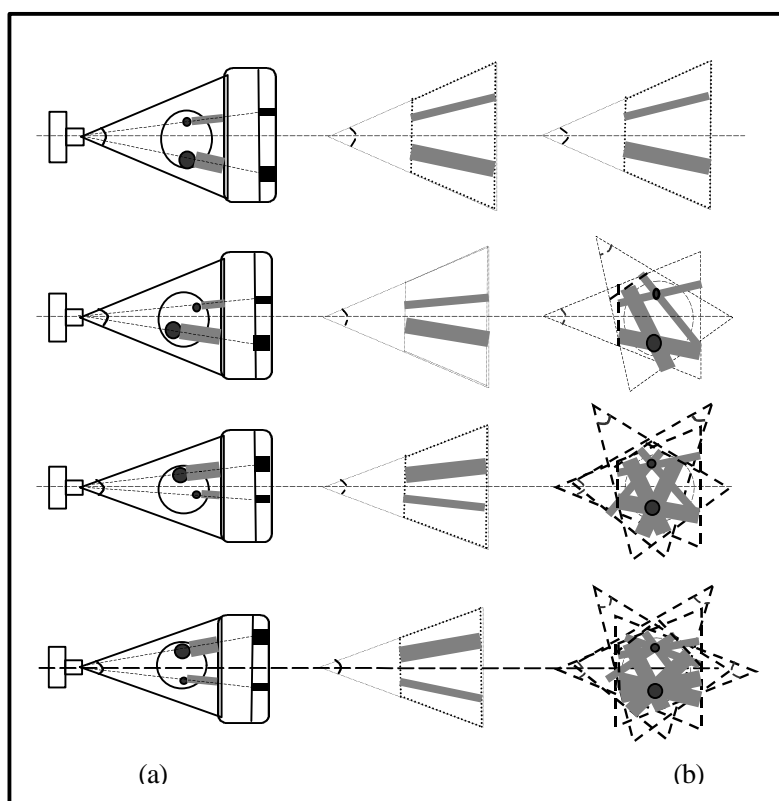


图3 a 不同旋转角度下, 物体位置及经 X 透视显示图像; b 经柱透镜变换后在光栅反光板上显示图像; 数码相机感光屏上光叠加曝光过程。

光, 相机内部的处理器从 C C D 屏读出一幅图像, 即是我们所要得的断层图像, 其过程如 (图 3)。

**直接投影成像:**关键是利用了柱透镜的成像特点。柱透镜可以将一个点光源成像为一条直线图像, 而一条与透镜柱面垂直的线光源则可以经它成像为一个光栅面<sup>[5]</sup>。我们将柱透镜的上下曲度及其截面宽度根据需要进行制作, 实现线光源经它成像为一个等腰梯形光栅面, 并使梯形的两条斜边延长线夹角等于 X 线扇面夹角 (图 4)。

**分析由试验所得断层图像:**其清晰度、对比度并不十分

理想, 我们认为主要由于实验条件限制, 直接投影机的精度不高所致:

- 1) 我们所用柱透镜是自己制作的水柱透镜, 其精度和光学性能难以达到很高要求;
- 2) 机械部分对成像影响也很大, 如前所述载物台中心和相机镜头中心位置是否对应, 二者旋转是否同步等因素对成像影响很大, 会使图像模糊不清, 产生环状伪影甚至形不成图像;
- 3) X 线质量的影响, 试验所用 X 线为普通透视机小球管发出, 未经过严格的准直和滤过处理。这就存在 X 线不均匀性影响, 散射线影响, 及硬化效应影响等<sup>[6]</sup>。

**直接投影断层成像:**其图像处理过程由于是一种光处理过程它还具有以下优点

- 1) 成像快, 边扫描边成像, 没有成像等待时间, 不需要高性能的计算机配合。适于短时间内大量成像, 如作成透视 C T。
- 2) 对球管容量要求小, 因为整个成像过程只要达到使 C C D 传感器感光一次即可 (其感光为一定时间内的所接受光作用的总和)。而 C T 扫描中要使每次数据采集都有效, X 光必须达到很高强度,

这样对球管的容量要求就很高。

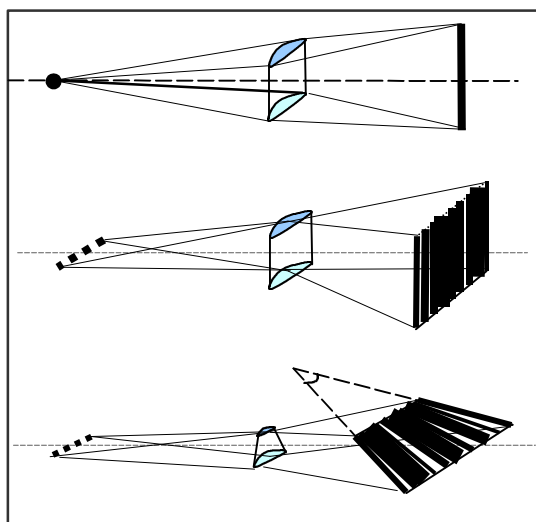


图 4 柱透镜成像光路图

- a 点光源成像图; b 线性光源成像图;  
c 线光源经变形后柱透镜的成像图

3)理论上,用直接投影断层可以得到比CT图像分辨率高的图像,因为CT受探测器大小、多少,以及计算机处理能力的限制,其成像的矩阵是有限的<sup>[7]</sup>,而直接投影断层成像却没有这些限制。

本实验的主要目的是为了验证直接投影断层成像原理的可行性。总结本次实验,我们认为直接投影断层成像原理是可行的,有一定的实用价值,但要进入临床实际应用还有待进一步研究。如制作出高精度的透镜和投影机,并探索其体积分辨率和密度分辨率大小,进一步进行动物和人体试验,以获得动物和人体断面图像,直至最终进入临床实际应用。

## 参考文献:

- [1] 李果珍. 临床CT诊断学[M]. 第一版.北京:中国科学技术出版社,1996,255.
- [2] 孙丰荣,刘积仁,王长宇,等. CT快速二维反投影算法[J]. 中国生物医学工程学报, 2005,24:180~181.
- [3] 莫华, 龙莉玲. X-CT图像重建的卷集反投影图解法[J]. 中国医学物理学杂志, 1999,16:144~145.
- [4] 张 朋, 张兆田. 几种CT图像重建算法的研究和比较[J]. CT理论与应用研究.2001(4):4~9.
- [5] 中国医科大学主编. 医用物理学 第一版[M].北京:人民卫生出版社, 1958,228~229.
- [6] 孙景鳌,蔡安妮,何拥军. CT重建的快速算法[J]. 北京邮电大学学报, 1995,18:8~13.
- [7] 石明国. 使用CT影像技术学 第一版[M].太原:山西科学技术出版社,1995,pp. 24~43, 306~307.

作者简介:高 云(1974-),男,医学硕士,现任主治医师,主要从事CT诊断的临床与研究工作等。