

X

线胸腔断层摄影

.4

云南人民出版社

X线胸腔断层摄影

徐庆礼

*

云南人民出版社出版

(昆明市书林街100号)

云南新华印刷厂印刷 云南省新华书店发行

*

开本: 787×1092¹/₃₂ 印张: 4,625 字数: 72,000 插页: 16

1979年9月第一版 1979年9月第一次印刷

印数: 1—5,600

统一书号: 14116·51 定价: 八 角

代 前 言

在党的十一届三中全会精神的鼓舞下，在华主席抓纲治国战略决策指引下，广大医务人员精神振奋，决心更好地防治疾病，为人民服务，为社会主义建设，为加速实现四个现代化贡献自己的力量。

断层摄影是 x 线诊断工作中常用的特殊检查方法。由于利用一些特殊的设备零件，得以选择体内一定层次来照片，不在该层次内的影像模糊而在该层次内的影像显示出来，因而能使原来重叠隐蔽的病灶显示出其形态结构来，认识这些情况，能使疾病的诊断更准确。因而现在在放射科的工作中愈来愈常用。但是目前未见到出版这方面的专题书籍。

徐庆礼医师曾长期研究探讨了胸腔的断层摄影，搜集了很多文献资料，自制了断层摄影的设备，将散在各书中的有关问题及自己的体会汇集成册，把胸腔断层的应用范围，技术操作及影像分析等方面加以叙述，填补了这方面的空白。

虽然断层摄影的应用不只限于胸腔方面，人体其他部位脏器的断层照片也在应用，但在原理及机器结构上大同小异，所以不失为放射科、胸科、内外科等医务工作者在断层摄影工作方面的一本有价值的参考资料。

当前国内外在断层照片方面的理论与临床应用发展很快，国内已制造出专作各类断层的 x 线机。国外已使用电子计算机控制的扫描横断断层 x 线机。本着广泛的利用各种诊断方

法更准确的诊断疾病，保护劳动力，为社会主义建设服务，特介绍推荐这本书。

云南省第一人民医院放射科 沈华杰

目 录

第一章	绪论	(1)
第二章	断层摄影的原理与方法	(5)
	一、原理、方法、概况	(5)
	二、横断断层摄影	(16)
	三、多层断层摄影	(18)
	四、立体断层摄影	(19)
	五、断层缩影	(20)
	六、跳跃断层法	(21)
	七、专位断层	(22)
	八、回转断层	(23)
	九、自体断层	(23)
	十、 x 线电视断层	(24)
第三章	X线管与胶片的移动	(25)
	一、移动的方式	(25)
	二、摆角	(29)
	三、 x 线曝光	(31)
	四、呼吸的控制	(32)
	五、胶片的选择 (附表 1)	(32)
	六、 x 线防护	(33)
第四章	影像的清晰度	(35)
	一、影像	(35)

	二、清晰度	(36)
第五章	胸腔断层摄影的应用范围	(40)
	明确诊断	(40)
	病变定位	(41)
	策划治疗	(42)
	观察疗效	(42)
	胸腔断层摄影与支气管造影、心血管造影、 支气管镜检查的比较	(43)
	支气管造影加胸腔断层摄影	(45)
	其他造影加断层摄影	(46)
第六章	体位与层次	(47)
	正位	(48)
	侧位	(49)
	斜位	(50)
	层次的选择	(50)
	一、正位层次选择	(51)
	二、侧位层次选择	(53)
	三、斜位层次选择	(53)
	四、支气管系的断层摄影体位与层次	(54)
	1. 支气管系正位	(57)
	2. 支气管系侧位倾后斜位	(58)
	五、脊柱、心脏的断层摄影	(59)
第七章	解剖学	(60)
	气管、主支气管	(60)
	肺、胸膜	(62)
	肺叶与肺段	(64)
	肺部血管	(72)

	奇静脉	(74)
	肺门淋巴结	(75)
第八章	正常胸腔断层摄影所见	(83)
	前后向仰卧正位系列断层片	(83)
	肺门特殊平面	(86)
	左右向右侧位系列断层片	(87)
	右左向左侧位系列断层片	(88)
	支气管侧位	(89)
	斜位断层片所见	(90)
第九章	肺部病理断层所见	(96)
	肺结核	(96)
	肺癌 (支气管肺癌)	(103)
	肺不张	(107)
	矽肺与矽肺结核	(110)
	肺脓肿	(111)
	炎症后肿块	(112)
	肺囊肿与肺大泡	(112)
	肺膨出	(113)
	肺寄生虫病	(114)
	气管与支气管异常	(114)
第十章	纵隔病变的断层摄影	(116)
	纵隔肿瘤	(117)
第十一章	胸膜、膈肌、脊柱与胸骨的断层摄影	(120)
第十二章	心脏断层摄影	(124)
第十三章	电子计算机断层扫描	(128)
	电子计算机断层概况	(129)
	C T机器的基本原理	(131)

C T过程中的 x 线、检测器、影像复原	(135)
一、 x 线束	(135)
二、检测器	(138)
三、影像复原	(139)
胸腔疾病的 C T	(140)

第一章 绪 论

断层摄影 (Tomography) 又叫体层摄影、分层摄影、截面摄影、层面摄影。1962年, 国际放射线有关组织决定用 Tomography。我国早年放射科书籍中用“断层摄影”的较多, 也用“体层摄影”, 因为“断层”的断字在讨论中比较易懂, 例如“侧断”代表侧位断层, “斜断”代表斜位断层等, 所以下面都用“断层摄影”。

断层摄影的原理最初是由法国人 Bocage 在 1917~1921 年间提出的。以后又有 Zeidses des plantes, Vallebona, Grossmann—Chaoul, Kieffer 等人根据自己的体会, 提出了各种方法, 断层摄影才逐渐地成为放射科常用的特殊检查方法。

1914年7月23日, 俄人 Майер 曾经在波兰内科医师大会上宣读了有关干扰影像抹除的论文“心脏单独 x 线摄影法”, 所以他是干扰影像抹除的首创者。但是对断层摄影原理的提示及最先说明断层效能的, 大多数人包括 Майер 本人, 都认为是 Bocage 的创举。在 1936年, В. И. Феоктистов 氏摄成了断层片后, 他在全苏放射学会议上详细地叙述了断层摄影的数学原理。

我国谢志光也是在三十年代就开始用自己制造的断层摄影器械进行断层摄影, 获得良好效果。由于解放以前在反动派的黑暗统治下, 我国 x 线机的制造业很落后, 断层摄影无法推广。解放以后, 在伟大领袖毛主席和中国共产党的正确领导

下，对人民卫生事业非常重视，全国各地的放射科在人力物力上都有迅速的发展。随着放射机械制造的进展，断层摄影技术已在各地推广使用，并更好地服务于临床需要，进而在断层摄影的理论研究方面也有很大成就，创造发现不断增多，对国外有关断层摄影的文献作了理论或实践的补充和推广。目前我国新出版的 x 线诊断学书籍中提到的支气管系断层摄影，已属比较先进水平，这项技术的发展将使不少患者避免做支气管造影的检查，并将在肿瘤防治工作中，对气管、支气管及纵隔、肺门病变方面的深入了解，起着重要的作用。

在1953年，国外有过两本断层摄影的著作，即日本田坂皓的《断层摄影读片法》；美国Kane的《胸腔截面摄影》。前者是以肺结核空洞的断层摄影为主进行编排的，在说明断层能对肺结核空洞的发现与疗效观察，引流支气管的变化方面提供了依据，力求早期发现空洞以利治疗。后者是以肺结核和肺癌为主的断层摄影著作，简要地讨论了胸腔断层的应用范围和诊断方法，很有参考价值。

Alder 1953年的肺段层次厘米深度数据；田坂清一的肺段层次图解，至今仍在沿用。

胸腔疾病的诊断与治疗在近五十年来进展很快，这是与放射科工作的进展密切相关的。在本世纪二十年代， x 线摄影由玻板摄影改为胶片摄影后，人工制得的造影剂对比摄片才逐渐开展。到三十年代时，摄片清晰度日渐提高，能够从侧位或斜位片上获得病变的立体感觉，并更促进了造影检查的深入，使临床医师们能够从 x 线检查中得到病变部位、范围、性质、演变等重要资料，对提高诊断治疗水平起了较大作用。肺科与胸腔外科的发展就这样几乎是和放射科技术的发展保持着并驾齐驱的步调。支气管造影术为采用肺叶切除术治疗支气管扩张开

开辟了道路；心血管造影术为心脏血管手术提供依据等等。胸腔断层摄影是在创立断层摄影后最先被采用的解剖部位，由于等待断层机械的设计制造而使断层的开展有所延迟。断层摄影在疾病诊断方面的总结文献，则多数是在50年代以后。胸腔断层易于被病人接受，它具有简而易行，没有痛苦，在明确诊断、策划治疗、观察疗效和病变定位方面，为普通 x 线检查补充了第三种相度——病变结构的层面影像增加了新的内容，这是其他任何检查方法所难以代替的，即使是高千伏滤线器摄影在某种程度上类似能多显示病变的立体结构，也还差距很大。断层摄影和其他 x 线特殊检查均为临床、 x 线工作者增加了新的课题，这些课题应视为既往望、扪、扣、听等诊断方法的有力补充，在 x 线检查尚难随时随地便于进行的情况下，望扪扣听的诊断方法和医学基础理论的结合，仍然是临床医师们诊断疾病的基本依据。

人体各部的断层摄影在近年来发展很快，甚至小得象耳蜗管这样的结构都能用断层方法进行检查。还有用各种造影与断层相结合的断层方法，如胃壁造影与一次多层断层的结合；胆道、泌尿系统的造影与专位断层相结合；总胆管的造影加断层正在开展；支气管造影加断层（Keers等）已进行了218次以上。在胶片使用中又有专门用于回转断层而放在回转鼓上的胶片，以摄制弯曲的下颌骨；有不用胶片的干板断层；多层断层专用的快感胶片等。最近国外已在进行电子计算机扫描断层，它已应用于胸腔横断断层。估计将来在断层方面将会有更广泛的使用前景。

我国 x 线机制造部门曾以设计、使用、科研三结合的方法，对断层机械作了许多改进，现在制造的配套断层机械，包括多轨迹断层摄影机，已能广泛供应全国，使用效果良好。国

产多层断层专用暗盒可以一次投照 8 张断层片。其他断层摄影机械的部件，如脱钩盒、定位器、联杆等的制造，都有了新的改进，预计今后还会制造出更好的断层摄影机件。

用 x 线断层摄影检查具有良好自然对比条件的胸腔，功效比其他部位更显著，但在使用方面还必须有的放矢，避免滥用，攻克难关，提高使用效能。

必须看到，自从伦琴在 1895 年 11 月 8 日发现 x 线至今，已有八十多年历史。这段历史中 x 线的应用有三项突破，第一是 x 线开始应用于临床诊断，使原来不能看到的脏器生态与病态变化给予视觉上的方便，可算是“第一维的分辨力”，当时确属显明的维新突破。第二是在第二次世界大战时，将红外线的不可见光转换成可见光线，获得夜间巡视侦察瞄对等作用，战后这一技能被用于医学，出现了 x 线影像增强器，从四十年代后期研究，五十年代即用于临床。影像增强器被认为是“第二维的分辨力”，目前已由使 x 线影像增亮 800 倍改进到 1 万倍，使 x 线间接摄影、 x 线电影摄影、 x 线电视配套进入了实用阶段。第三是应用电子计算机使 x 线进行断层扫描显相，是获得人体层面结构图像的又一跃进，被认为是“第三维的分辨力”。与此同时，还必须看到八十多年中， x 线诊断存在着普及与提高必须进一步适应的问题。许多国家的 x 线诊断工作尚未普及，即使普及后也存在着普通 x 线检查的临床使用机会最多的现象。因此还必须在今后努力研究高精尖的同时，重视普及 x 线诊断工作，以解决大量的现实需要，这是我们应尽的职责。

第二章 断层摄影的原理与方法

一、原理、方法、概况

断层摄影是对躯体的断面摄影，便于一层一层地研究体内结构和病变。它与普通 x 线摄片时仅能将立体的解剖或病理组织重迭地投影在一张胶片上不相同，而是“切片状”投照。在断层摄影时， x 线管焦点、所摄体层（主体层，也称纪录层、转轴面、焦点面）、胶片三者之间通过特制的杠杆和支点的连接而产生联动，在联动中曝光照片，能使所摄体层（即主体层）上下重迭结构的投影变得模糊不清，因联杆支点固定不动，在支点同一平面上的主体层投影不会模糊而获得层面影像（图1，2，3）。

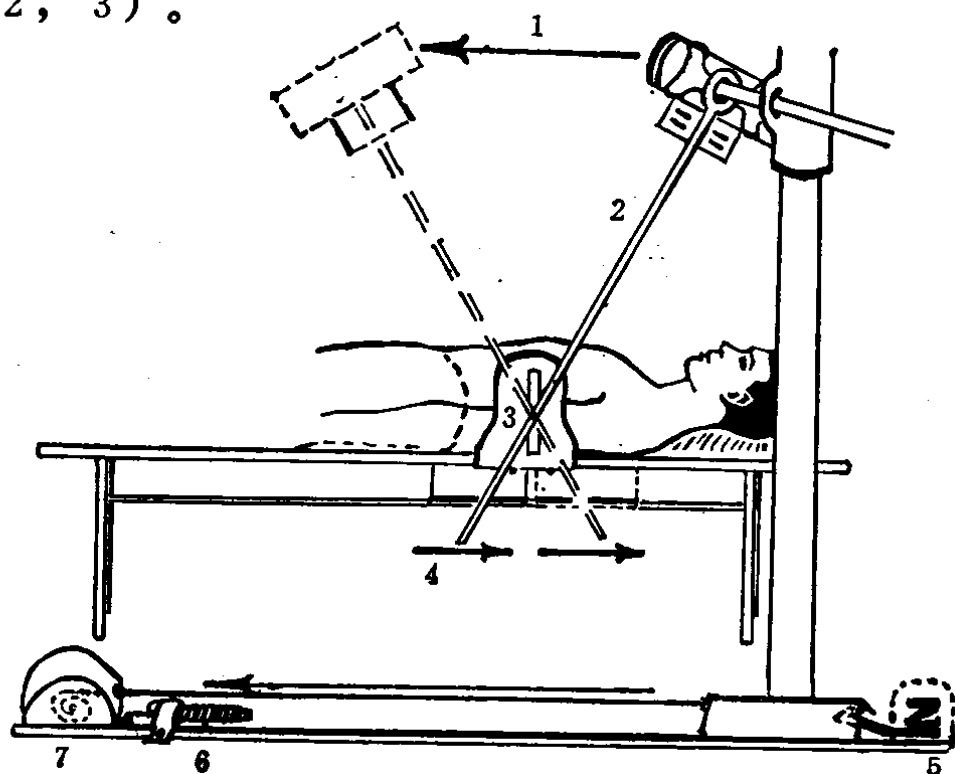


图1
1, x 线管移动方向
2, 联杆
3, 定位盒
4, 胶片移动方向
5, 脱钩盒与继电器
6, 缓冲弹簧
7, 驱动装置, 用发条卷簧拉动立柱

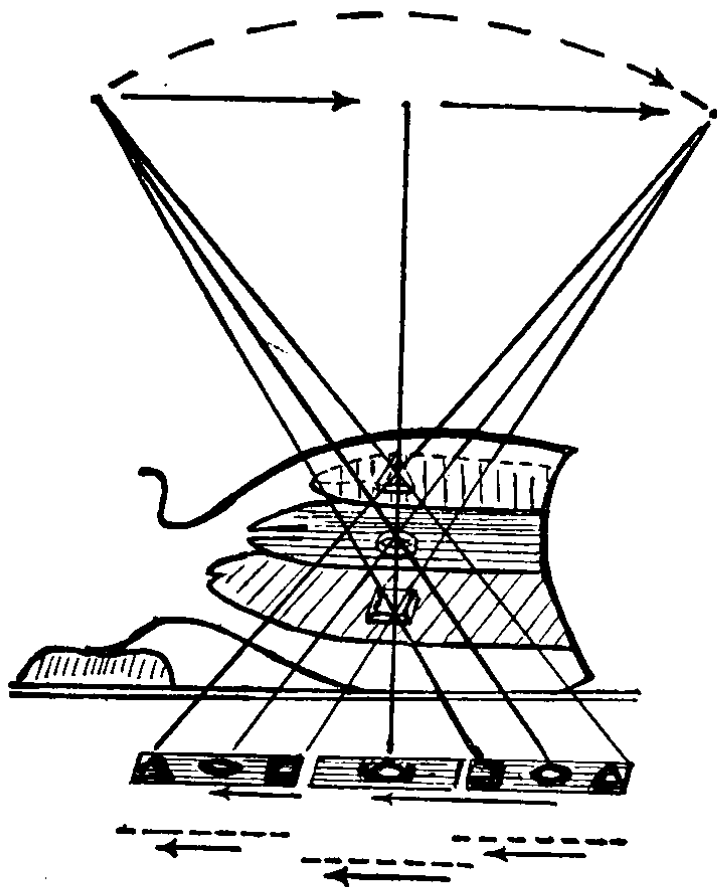
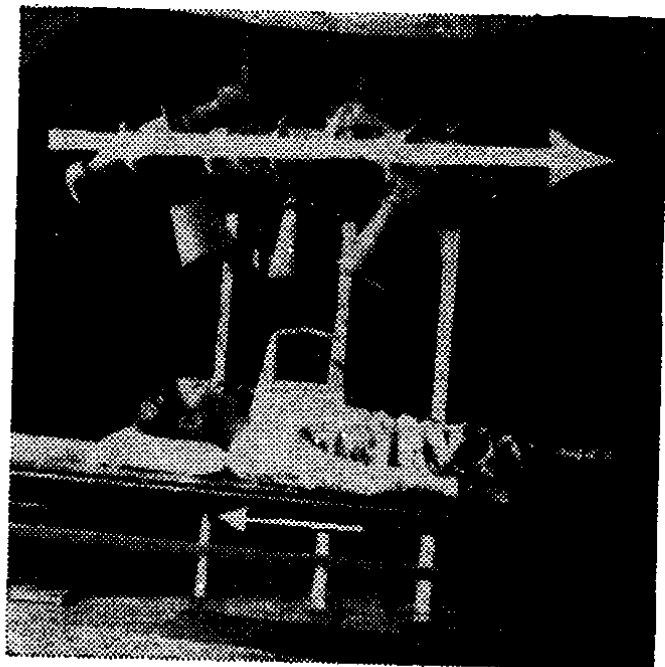


图2 断层时重迭影像抹除示意图，顶端箭示 x 线管移动方向，虚线示弧形移动，底部箭示胶片移动方向，以圆圈层为主体层，其上层为三角层，下层为四方块层，在胶片上投影只有圆圈层不变，上下层都有交错而被抹除

图3 仰卧前后位胸腔断层的机械和人体姿势照相，箭示 x 线管与胶片联动方向。图中三个 x 线管实际是一个 x 线管的移动过程



断层摄影中因投影滑错而使主体层上下物投影产生模糊的现象，叫做抹除或抹刷现象，将模糊的程度叫抹除度。为了达到使主体层的投影相对清晰，主体层以外的重迭影像——即干扰影像得到尽量抹除的目的，断层摄影的机械装备，是应用投影几何的位移原理与 x 线的穿透能力、感光作用相结合的特殊装置。 x 线管担负着投影范围内的射线源与移动情况下重重感光，使胶片上不固定在一定位置上的、主体层上面或下面的各层投影，不断地被再次感光所冲刷掉，只留下主体层本身的投影，主体层的相对清晰必定要依靠支点的相对固定。这里的“相对”是因为在机械制造上支点不可能绝对很薄或保持很薄程度下的比例关系，在胸腔中， x 线也不能对厚度极薄的组织产生满意的摄影效果。又因主体层与胶片之间存在一定的距离，这个距离在移动中是不固定的，即使主体层的投影比例不变，亦仍然存在放大像的投影。所以在理解断层片时只能是相对清楚的投影，是在模糊影像中觅求模糊得比较少的主体层投影片。近年来由于旋转阳极微焦点 x 线管的使用，机械制造的精密度不断改进，主体层的投影清晰度已有很大提高。

x 线摄影的基本几何关系是：

$$(1) \quad \frac{\text{面积 } S_2}{\text{面积 } S_1} = \frac{H^2}{h^2} = \frac{L_1^2}{l_1^2} = \frac{L_2^2}{l_2^2} = \frac{L_3^2}{l_3^2} = \dots\dots$$

$$(2) \quad \frac{AB}{ab} = \frac{H}{h} = \frac{L_1}{l_1} = \frac{L_2}{l_2} = \frac{L_3}{l_3} = \dots\dots$$

这两个公式说明下列关系：

(1) 两个角锥体的稜、高和底的关系。其中一个角锥体

是由 x 线的锥形线束和一个与胶片平面相平行的主体层平面 S_1 组成。另一个角锥体是指同一 x 线的锥形线束和 S_1 在胶片上的投影 S_2 所组成 (图 4)。

(2) 自顶点引到 S_1 上和 S_2 上的直线的关系, 即小锥体的高 (h) 和大锥体的高 (H) 的关系。

这两个公式还说明: 如果保持两角锥体的高 (H_1 和 h_1) 和棱边的长度 (L_1 和 l_1 , L_2 和 l_2 等) 的比值不变时, 改变高与棱边的长度则 S_1 的投影 S_2 是不变的。即 x 线管、主体层、

胶片三者中两个因素的移动必须是同步调的, 主体层与胶片要经常保持平行才能达到层面影像清晰的目的。

依据上述的投影几何原理, 断层摄影的操作方法可以演变为三种: 1, 主体层不动, x 线管与胶片协调移动 (图 3); 2, x 线管不动, 主体层与胶片联动 (图 5); 3, 胶片不动, x 线管与主体层联动 (图 6)。目前大多数采用第 1 种方法以避免移动病人, 只是横断摄影和少数专位断层还在采用移动病人的方法。

如图 7 所示, 主体层不动, x 线管与胶片在与主体层平行的方向上协调地联动, 保持高度 (H 和 h) 不变, 以主

体层平面 S_1 为中心轴支点, 这种直线移动的断层摄影机构造

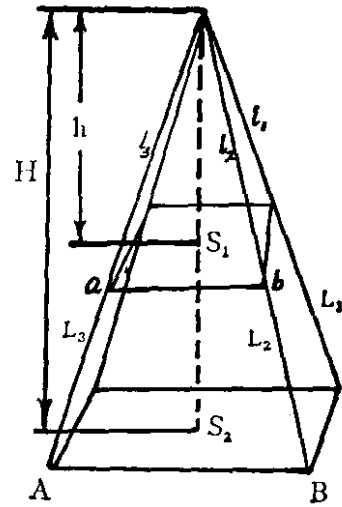


图 4 平面 S_1 和它在平面胶片上的投影 S_2

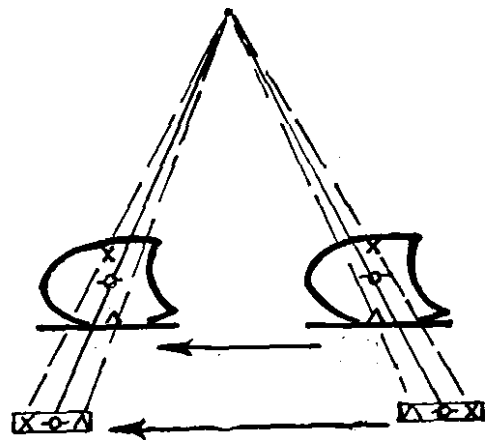


图 5

简单，可附加在很多 x 线诊断机器上，附加的机件不多，其效果也比较满意，值得推广使用。

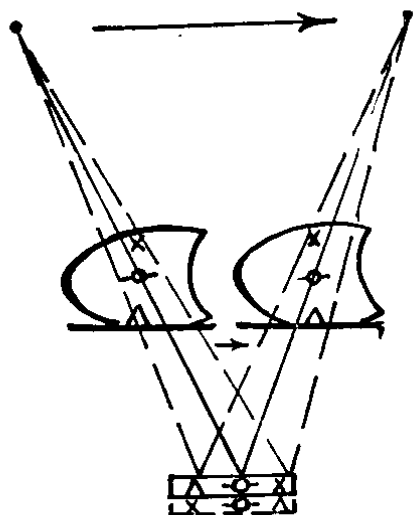


图 6

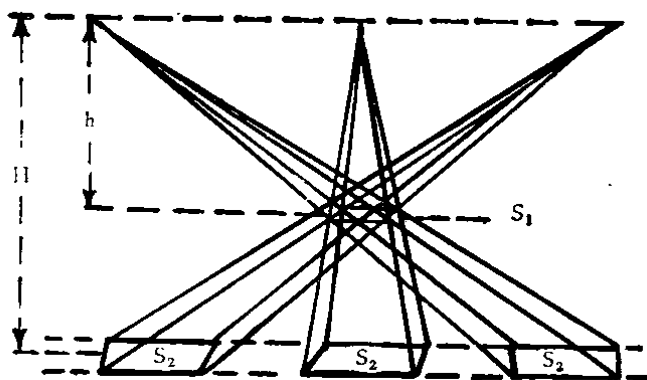


图 7

近来的断层摄影机又设计了在图 7 这个基础上， x 线管与胶片在原来水平面上呈 S 形、螺旋形（实为发条形）、圆形或椭圆形、梅花形移动，这些移动过程的 x 线管在各个点上仍然和胶片之间保持着几何比值关系， H 与 h 没有改变，并能使主体层上下的物体投影得到更多滑错，抹除度加大。直线移动时则滑错始终在直线范围内向两端方向抹除，使长条状致密的干扰物在其长轴与 x 线管移动方向相平行时的投影不易滑错，抹除度不如其他几种移动方式。但是在实际应用中，点状重迭物的投影可能因圆形移动而显出圆圈状影，易误认为空洞。S 形、螺旋形、梅花形移动似比上两种为优，但因机械制造上要比直线移动复杂，移动轨道也较长，曝光条件的掌握不如直线移动的简易，所以直到目前为止，多数医用断层摄影机仍在选用直线移动的方式，因为人体的组织结构与 x 线管直线移动方向相平行的并不太多，而且体位尚可以变换，直线移动对干扰