

X 射线照相术中的物理学

刘东华

孙朝晖

(新乡医学院物理教研室 河南 453003) (滨州医学院物理教研室 山东 256603)

通过人体的 X 射线, 投射在荧光屏上称为 X 射线透视术; 通过人体的 X 射线, 投射到胶片上称为 X 射线照相术。这两项技术操作简便, 造价低廉, 能看到人体内骨折的程度, 肺结核的病灶, 体内肿瘤的大小、位置, 因此在医学上有着广泛的应用。由于胶片的颗粒细, 所以 X 射线照相可以发现较小的病灶, 且胶片可在日光下读片。因此 X 射线照相比 X 射线透视具有一定的优越性。

一、X 射线照相中为什么球管离人远, 而胶片离人很近?

这是本影和半影的问题。

光源的大小直接影响到影像的清晰度, 下面我们来看点光源与线光源对成像质量的影响。

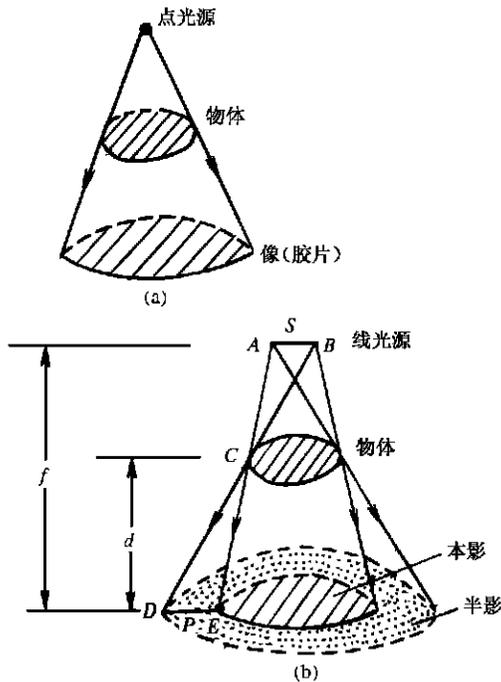


图 1

当光源为点光源时, 胶片上的图像界限分明, 图像边界的清晰度高, 如图 1(a) 所示。当光源为线光源时, 可以认为它是无数点光源组成。胶片图像(本影)的边缘区域 P 由于线光源 AB 不能完全投照其上而出现半阴影(半影)。半影影响到影像的清晰度, 严重时, 造成影像无法辨认。

根据 $\triangle CAB \sim \triangle CED$, 我们可求出半影 P

$$\frac{p}{s} = \frac{d}{f-d}, \text{ 即 } p = \frac{d}{f-d}s$$

由上式可知, 欲使半影缩小, 除了缩小光源的大小 S 外, 还可以尽量缩短被摄部位与胶片的距离 d, 增大光源到胶片的距离。由球管射出的 X 射线, 焦点有一定的线度, 可以认为是线光源。因此, 在 X 射线摄影中, X 射线球管离人很远, 但胶片离人很近, 如图 1(b) 所示。这样做的目的就是为了消除半影对成像质量的影响。

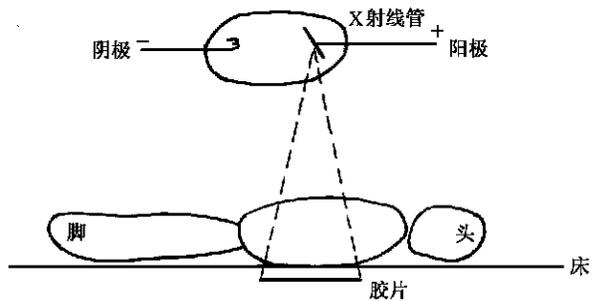


图 2

二、X 射线照相中, 拍摄腰椎(或胸椎)正位片时, 为什么人的头部处于 X 射线管的阳极端, 脚部处于 X 射线管的阴极端? (图 2 所示)

这是阳极效应的问题。

目前, 用于诊断方面的 X 射线管, 由于阳极靶面较厚, 称为厚靶 X 射线管。高速电子轰击靶面时, 不仅与靶面原子相互作用产生 X 射线, 而且还可穿透靶面与靶的深层原子(例如 O 点)发生作用产生 X 射线。由图 3 可知, 由 O 点辐射出的 X 射线, 越靠近 OC, 穿过靶的厚度越厚, 所以靶本身对

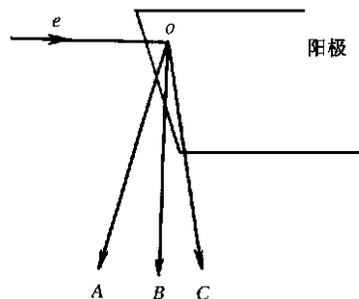


图 3

熵教学过程中的难点析疑

高书霞

(烟台大学光电信息技术学院 山东 264000)

在“熵及熵增加原理”一节的教学过程中,有不少学生较难理解“将卡诺循环结果推广到任意可逆循环”,经过反复交流,我认为出现困难的焦点在于对推导过程中的做功问题理解不透,而该方面问题的解释,笔者查阅了大量的资料均未见报道或载录。

现行各版本教材及教参中,对熵概念引入的表述基本相似,现载录南京大学编《物理化学》中之一段为例:“如图1所示是任意的可逆过程。考虑其中的任意过程PQ(P、Q两点实际上可取得很近,只是为了说明问题才把图线夸大),通过P、Q两点做两条绝热线RS和TU,然后在PQ间通过O点画一条等温线VW,使三角形PVO的面积等于三角形OWQ的面积。折线所经过的过程PVOWQ与直接由P到Q的过程中所做的功相同,由于这两个过程的始终

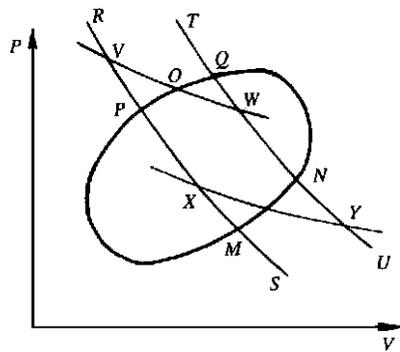


图1

的面积。折线所经过的过程PVOWQ与直接由P到Q的过程中所做的功相同,由于这两个过程的始终

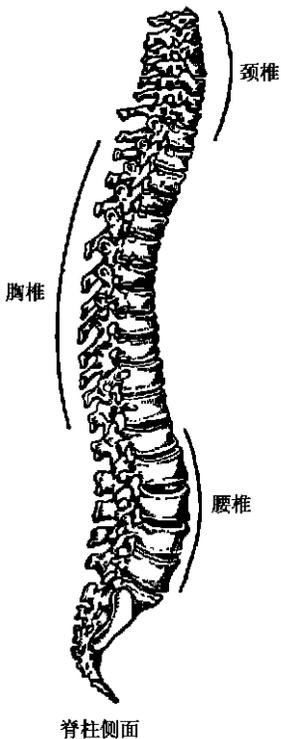


图4

它的吸收越多;越靠近OA方向,靶对它的吸收越小。所以越靠近阳极一侧X射线辐射强度下降越多的现象即阳极效应,也称“足跟效应”。

在X射线照相时,要考虑阳极效应。比如拍人腰椎(或胸椎)的正位片时,应把腰椎(或胸椎)的上部置于X射线管的阳极端,即人的头部在X射线管的阳极端,脚部在X射线管的阴极端,如图2所示,这样才能拍出浓度均匀的照片。人的脊柱侧面图如图4所示,从颈椎到腰椎,脊柱逐渐变粗。由于腰(或胸)椎的上部置于阳极端,虽然X射线强度较弱,但因体层较薄,吸收的X射线也少,X射线衰减也少;而下部置阴极端,虽然X射线强度较大,但因体层较厚,吸收的X射线较多,X射线衰减也就越大。这样X射线弱的地方衰减

小,X射线强度大的地方衰减大。腰椎(或胸椎)上下各部位均衡起来,就使从腰椎(或胸椎)上下各部射出的X射线强度一致,从而拍出浓度均匀的照片。

(上接49页)

程光和近程光(在图5中 M_2 就起到这样的分光作用),最后分时到达光电接收元件——光电二极管,经处理后通过示波器显示出来。通过改变可移动反射镜的位置来改变远近期光的光程差,使此值正好等于一个拍频波波长,而此时示波器显示远近期光信号波形应属于同位相状态,这样就可计算出光速。

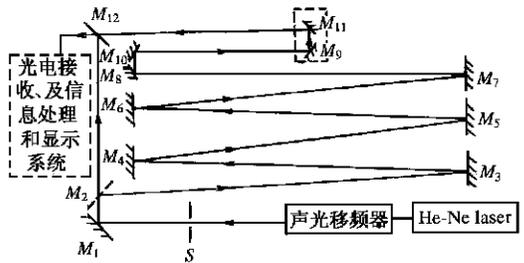


图5

实验中采用HeNe激光作光源,利用公式 $v = 2F \cdot \Delta$ (其中 F 代表超声波的频率, Δ 代表远近期光光程差)就可以测得HeNe激光632.8nm的光在空气中的传播速度,基本上可以满足学生实验中掌握实验原理并达到锻炼动手能力的要求。