

实验一 X 射线特性的验证

【实验目的】 验证 X 射线的穿透、荧光、感光和电离等基本特性,增强学生对 X 射线特性的认识。

【实验器材】 透视 X 射线机、带增感屏的暗盒、验电器、丝绸、玻璃棒、X 射线胶片、铅皮、铅橡胶、木板等。

【实验步骤】

1. 荧光作用实验 将透视 X 射线机调至 70kV、3mA。踏下脚闸,可在黑暗中看到荧光屏发出蓝绿色荧光。然后将暗盒打开,将增感屏置于 X 射线束中,同样可以看到增感屏发出明亮的荧光。

2. 穿透作用实验 先后将木板、铅皮、铅橡胶等置于 X 射线管和荧光屏中间的射线区中,由于 X 射线透过这些物质的情况不同,可在透视荧光屏上观察到它们密度不同的影像。

3. 电离作用实验 将验电器置于 X 射线管正下方适当位置,用丝绸摩擦过的玻璃棒使验电器带电,验电器铂片张开。选择合适的管电压和管电流照射验电器,可以看到,张开的铂片很快合拢。这说明 X 射线使验电器中的空气电离,电离所产生的电荷将铂片上所带电荷中和。

4. 感光作用实验 将 2mm 厚铅板剪成 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 的方块,在铅板中间扎一个小孔,将铅板置于遮线筒正中,在远端放置装有胶片的暗盒进行摄影。

【实验条件】 管电压 75kV,管电流 100mA,曝光时间为 2s,胶片距针孔的距离约为针孔至焦点的 2 倍。经冲洗处理,可在感光照片上看到,被铅板遮挡部分几乎没有被曝光;铅板外被 X 射线照射部分呈黑色;铅板中心则因小孔成像而呈现 X 射线管灯丝的实像(焦点像)。

实验二 X 射线半价层的测量

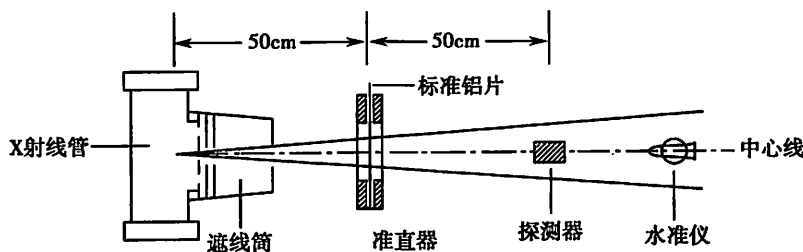
【实验目的】

1. 掌握半价层的基本概念。
2. 学习半价层的测量方法。

【实验器材】 X 射线机、照射量计、不同厚度标准过滤铝片、铅准直器、水准仪、米尺等。

【实验步骤】

1. 按照实验图 2-1 所示放置测量仪器,利用水准仪调整 X 射线管焦点、准直器圆孔中心及探头中心位置,使其在一条直线上。利用米尺测量,使焦点到标准过滤片(准直器圆孔中心位置)距离为 50cm,焦点到探测器有效中心位置为 50cm。



实验图 2-1 半价层测试装置示意图

2. 分别预选照射条件 X 射线机管电压(kV)、管电流(mA)及曝光时间(s)。
3. 在铅准直器内分别放置不同厚度标准过滤铝片,测量对应不同吸收铝片时透射 X 射线的照射量率,并将测量结果列于实验表 2-1。

实验表 2-1 不同标准吸收铝片对应透射 X 射线量($C \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$)

吸收铝片(mm)	0	0.4	0.8	1.0	1.4	1.6	1.8	2.0	2.4	2.8	3.0	3.4	3.6	3.8	4.0
透射 X 射线量															

4. 以实验表 2-1 中吸收铝片厚度为横坐标,以测量的透射 X 射线量为纵坐标,在半对数坐标纸上绘制标准铝片吸收曲线。
5. 由标准铝片吸收曲线确定透射线量为没有吸收铝片时射线强度一半所对应的铝片厚度,即在该照射条件下的半价层厚度。
6. 变换照射条件,观察半价层与照射条件之间的关系。

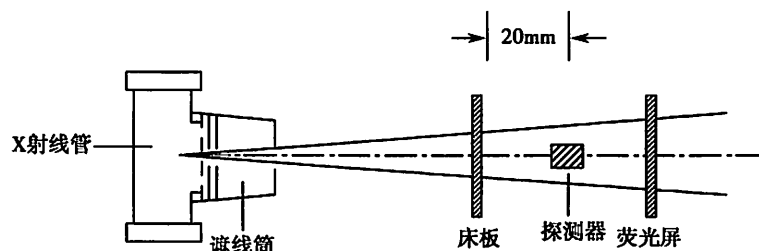
实验三 X 射线机输出量的测量

【实验目的】学习 X 射线机输出量的测量方法。

【实验器材】具有透视功能的医用诊断 X 射线机,照射量仪,米尺。

【实验步骤】

1. 将照射量仪电离室置于 X 射线机透视床面板后,射线束中心轴距床面板 20mm 处。如实验图 3-1 所示。



实验图 3-1 X 射线机输出量测量示意图

2. 将照射量仪置于照射量率测量档,并选择适当量程。
3. 选择不同管电压、管电流,分别测量 X 射线机输出照射量率,并将结果列于实验表 3-1。

实验表 3-1 不同曝光条件下 X 射线机输出量表($C \cdot kg^{-1} \cdot s^{-1}$)

曝光条件(kV/mA)	60/2	60/3	70/2	70/3	80/2	80/3
X 射线机输出量						

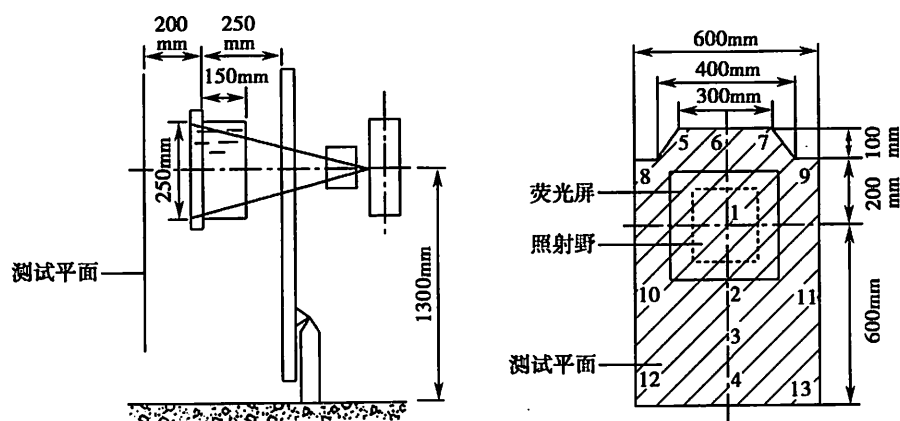
实验四 透视 X 射线机防护区照射量率的测试

【实验目的】对透视 X 射线机防护区照射量率进行测试和评价。

【实验器材】X 射线机、X(或 γ)射线巡测仪、米尺、水模体和防护区测试平面模型架等。

【实验步骤】透视时 X 射线工作者所处位置,包括头、胸、腹、性腺和手等部位所在位置称为防护区。《医用诊断 X 射线卫生防护标准》中规定,立位和卧位透视防护区测试平面的照射量率,分别不得大于

$1.29 \times 10^{-6} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $3.87 \times 10^{-6} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。如实验图 4-1 所示,立位透视防护区测试平面设 13 个测试点。实验图 4-2(a)和(c)分别表示卧位透视防护区床侧和床上测试平面上所设的 12 个和 7 个测试点。



实验图 4-1 立位透视防护区测试平面及测试点示意图

(一) 立位透视防护区照射量率的测量

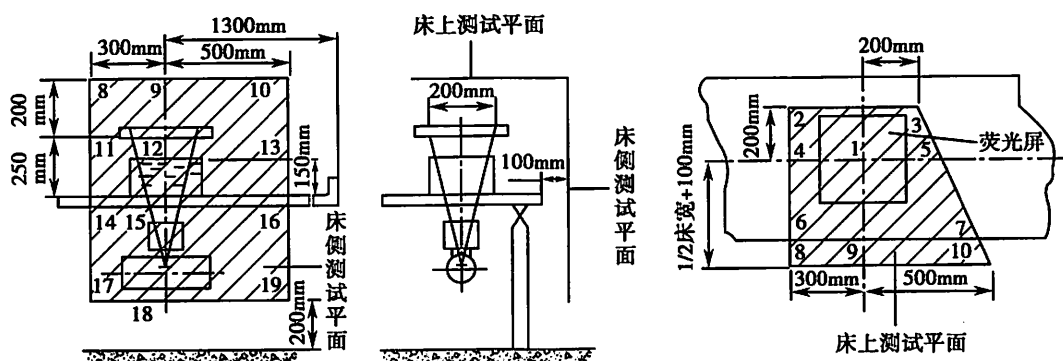
1. 按照实验图 4-1 所示尺寸,调整好 X 射线机、水模体和模型架的测试位置。取台屏距 250mm,荧光屏上照射野面积调至 250mm×200mm。
2. 选择和调试好 X 射线测试仪的合适量程。
3. 将 X 射线机的管电压调至 70kV,管电流调至 3mA。
4. 先用 X、 γ 射线巡测仪在立位透视防护平面上进行粗测扫描,将最大照射量率及其位置记录在实验表 4-1 中。然后对 13 个测试点逐个进行测量,将结果记录于实验表 4-1 中。

实验表 4-1 立位透视防护区照射量率($\text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)的测量

测试位置	粗测最大值	定点测量结果													最大值	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
照射量率																

(二) 卧位透视防护区照射量率的测量

1. 参照实验图 4-2 所示几何尺寸,将 X 射线机、水模体及模型架位置调整好。



实验图 4-2 卧位透视防护区测试平面及测试点示意图

2. 分别对床上和床侧两个测试平面进行扫描粗测,并记录最大照射量率值和位置。然后对 19 个测试点进行逐一测试,并将测试结果记录在实验表 4-2 和实验表 4-3 中。

实验表 4-2 卧位透视防护区床上测试平面照射量率($C \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$)的测量

测试位置	粗测最大值	定点测量结果							最大值
		1	2	3	4	5	6	7	
照射量率									

实验表 4-3 卧位透视防护区床侧测试平面照射量率($C \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$)的测量

测试位置	粗测最大值	定点测量结果												最大值
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
照射量率														

实验五 X 射线屏蔽材料铅当量的测量

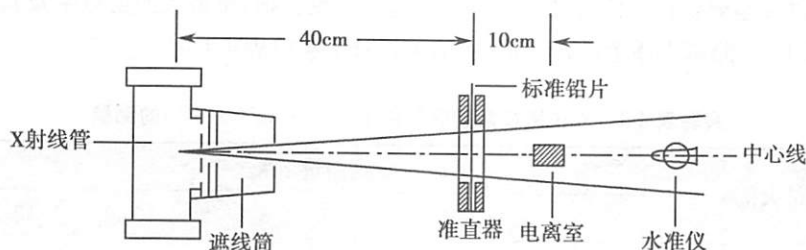
【实验目的】

1. 加深对铅当量概念的理解。
2. 学习铅当量的测量方法。

【实验器材】X 射线机、标准铅片或铅梯、激光准直器、X(或 γ) 照射量仪、米尺、透射光密度计、待测试料(铅橡皮、诊视床板、铅玻璃、水泥板、砖等)。

【实验步骤】

按实验图 5-1 摆放实验器材。



实验图 5-1 铅当量测试装置图

1. 用激光准直器将 X 射线管焦点、铅当量测试仪准直圆孔的中心和电离室的有效中心调整在同一条直线上。
2. 使焦点至铅当量测试仪准直圆孔的中心距离为 40cm, 标准铅片至电离室有效中心的距离为 10cm。
3. 调节照射野的大小, 有用线束在标准铅片处的照射直径不大于 4cm。
4. 选定管电压和管电流。
5. 测定没有铅片($d=0$)时测试点处的照射量率。
6. 由薄到厚依次在准直孔内加入铅片, 在实验表 5-1 中记录测试点处的照射量率。

实验表 5-1 透过不同厚度铅片的照射量率($C \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)

标准铅厚度 $d(mm)$	0
透射照射量率	

7. 在以铅片厚度为横坐标, X 射线透射照射量率为纵坐标的半对数坐标纸上做出铅的吸收曲线。
8. 将各种不同厚度试料插入准直孔内, 用上述的几何条件和照射条件, 分别测量透射照射量率, 记入实验表 5-2 中。

实验表 5-2 各种试料铅当量的测量

试料	名称
	厚度(mm)
透射照射量率($C \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	
铅当量(mmPb)	

9. 从铅的吸收曲线上找出与各种试料相同的照射量率数值,这些数值对应的铅的厚度即为这些试料的铅当量。

(侯立霞)

中英文名词对照索引

CT 剂量指数 computed tomography dose index,CTDI /

94

g 因子 g -factor / 11

B

靶/本 target/background,T/B / 26

靶学说 target theory / 109

百分深度剂量 percentage depth dose,PDD / 98

半数致死剂量 median lethal dose,LD₅₀ / 117

比释动能 kerma, K / 73

表面入射剂量 entrance surface dose,ESD / 93

C

弛豫过程 relaxation process / 14

磁共振 nuclear magnetic resonance,NMR / 13

磁共振波谱 MR spectroscopy,MRS / 15

磁共振成像 magnetic resonance imaging,MRI / 15

磁化强度矢量 magnetization vector, M / 14

磁量子数 magnetic quantum number / 11

D

单靶 single-hit / 109

单光子发射型计算机断层成像 single photon emission
computed tomography,SPECT / 26

当量剂量 dose equivalent / 77

电子俘获 electron capture,EC / 18

多靶 multi-hit / 109

E

俄歇电子 Auger electron / 18

F

放射免疫治疗 radio-immunotherapy,RIT / 26

放射性核素发生器 radionuclide generator / 24

放射性核素衰变 radioactive decay / 17

放射性皮肤癌 skin cancer induced by radiation / 115

放射性活度 radioactivity / 21

辐射损失 radiation loss / 33

H

核磁矩 nuclear magnetic moment / 11

核反应堆 nuclear reactor / 23

核力 nuclear force / 8

核衰变 decay / 17

核素 nuclide / 8

核子 nucleon / 8

核自旋 nuclear spin / 10

横向弛豫 transverse relaxation / 14

回旋加速器 cyclotron / 24

J

基态 ground state / 5

激发态 excitation state / 5

急性放射性皮肤损伤 acute radiation injuries of skin /
115

剂量面积之积 dose-area product,DAP / 93

结合能 binding energy / 8

进动 precession / 11

K

可诱导的 DNA 修复 inducible DNA repair / 110

L

拉莫尔方程 Larmor equation / 12

拉莫尔频率 Larmor frequency / 12

朗德因子 Landeg factor / 11

M

慢性放射性皮肤损伤 chronic radiation injuries of skin /
115

N

内转换 internal conversion / 19

内转换电子 internal conversion electron / 19

能级 energy level / 5

P

碰撞损失 collision loss / 32

平均结合能 specific binding energy / 10

平均寿命 mean lifetime / 20

Q

确定性效应 deterministic effects / 110

R

入射剂量 incident dose,ID / 93