

1. 什么是放射性？

某些核素能自发地放出粒子或射线，或自发分裂，称这种性质为放射性。

2. 什么是电离辐射？常见电离辐射有几种？各有什么特性？

电离辐射：射线与物质相互作用时能使被作用物质电离，即使物质分子、原子电离的粒子或射线。

常见电离辐射种类有：直接致电离辐射和间接致电离辐射。（ α 、 β 、 X 、 γ 、 n ）

（1）直接致电离辐射：特点：带电粒子，如 α 、 β^\pm 、 e^\pm 、 p ；如电子、质子和 α 粒子具有足够大的动能，与物质作用时能由碰撞直接产生电离。

（2）间接致电离辐射：特点：不带电粒子，如 X 、 γ 、 n ；也能通过它们使物质释放出的带电粒子去产生电离。

α 射线： α 是氦核，带2个正电荷，2个质子+2个中子，特点是质量大（相对于电子）、能量单一、能量高、电离能力强、射程短（在空气中的射程小于6cm）、对细胞的破坏能力大、内照射危害大、属极毒，一张纸可阻挡，防护重点是内照射防护。

β 射线：是高速电子流，特点是带一个单位负电荷，质量小、能谱是连续的，没有确定的射程（在空气中的射程6—7m）、容易被散射（韧致辐射），易造成皮肤损伤、烧伤、水泡等，防止外照射和韧致辐射，防止进入体内，防护时里面用塑料、有机玻璃，外面用铅。

X 、 γ 射线：不带电，是波长极短的电磁波， X 光子以30万公里/秒的速度传播， X 线有韧致辐射、标识辐射。 γ 射线是由原子核中发出来的、是核能态跃迁的产物，是同质异能跃迁过程中发射出来的波长极短的电磁波， γ 射线特点是质量为0、波长极短、穿透性强、电离能力较 β 射线弱。防护原则是时间、距离、屏蔽。防护用重材料效果好。

中子：用含氢多的物质（硼砂、石蜡、乙烯、水）防护，外层防 γ 射线用重物质。

3. 密封型放射源与开放型放射源有什么异同点？

相同点：均具有放射性。

不同点：**密封型放射源**的放射性物质是封闭在具有足够强度的、不会有放射性物质泄漏出来的包壳或覆盖层内。密封性放射源有源容器，放置密封源使其处于正确的几何位置，并提供足够的屏蔽防护，以使周围辐射水平低于规定值。对这种源的辐射防护主要是考虑外照射，防止丢失和包壳破损。

开放型放射源，是指非永久密封在包壳里或者紧密地固结在覆盖层里的放射性物质，一方面要防护外照射，另一方面还必须防护内照射。

4. 常用辐射量单位有哪些？各自的适用范围及相互关系是什么？

物理量		单位和单位换算				适用范围	
名称	符号	SI单位	SI专名	原专用单位	换算关系	辐射场	介质

照射量	X	$C \cdot Kg^{-1}$ 库仑/千克	---	R 伦琴	$1R=2.58 \times 10^{-4}C/Kg$ $1C/Kg=3.88 \times 10^3R$	X、 γ	空气
照射量率	\dot{X}	$C / Kg \cdot s$	---	R/S	$1R/S=2.58 \times 10^{-4}A/Kg$		
比释动能	K	J/Kg 焦耳/千克	Gy 戈瑞	rad 拉德	$1Gy=1 J/Kg=100rad$	不带电离子 (X、 γ 、n)	任何物质
比释动能率	\dot{K}	$J / Kg \cdot s$	Gy/s	rad/s	$1Gy/s=1 J / Kg \cdot s$ $1Gy/s =100rad/s$		
吸收剂量	D	J/Kg	Gy	rad	$1Gy=1 J/Kg=100rad$	任何致电离 辐射	任何物质
吸收剂量率	\dot{D}	$J / Kg \cdot s$	Gy/s	rad/s	$1Gy/s=1 J / Kg \cdot s$ $1Gy/s =100rad/s$		
当量剂量*	H	J/Kg	Sv 希沃特	rem 雷姆	$1 Sv =1 J/Kg$ $1 Sv =100rem$	任何致电离 辐射	人体组织
当量剂量率*	\dot{H}	$J / Kg \cdot s$	Sv/s	rem/s	$1 Sv/s=1 J / Kg \cdot s$ $1 Sv/s =100rem/s$		
放射性活度	A	1次/s 1次核衰变/秒	Bq 贝可勒尔	Ci 居里	$1KBq=10^3Bq$; $1MBq=10^6Bq$ $1Ci=3.7 \times 10^{10}Bq$	---	---

注：*仅限于辐射防护，限于年剂量限值以内的照射。

照射量单位换算： 1R=1000mR 1mR=1000 μ R	剂量当量单位换算： 1Sv=1000mSv 1mSv=1000 μ Sv	剂量当量与照射量之间的换算 1mSv=100mR 1 μ Sv=100 μ R
吸收剂量单位换算： 1Gy=100cGy 1cGy=10mGy 1mGy=1000 μ Gy 1rad=1000mrad	放射性活度单位换算： 1Ci=1000mCi 1mCi=1000 μ Ci 1Bq=10 ⁻³ KBq 1KBq=10 ⁻³ MBq 1MBq=10 ⁻³ GBq 1GBq=10 ⁻³ TBq 1TBq=10 ⁻³ PBq 1PBq=10 ⁻³ Ebq	照射量与吸收剂量之间的换算 1R=0.869cGy \approx 1cGy 1R=0.873rad \approx 1rad 1mR=10 μ Gy 1mrad=10 μ Gy 居里(Ci)与贝克(Bq)换算关系： 1Ci=3.7 $\times 10^{10}$ Bq 1mCi=3.7 $\times 10^7$ Bq 1 μ Ci=3.7 $\times 10^2$ GBq 1 μ Ci=3.7 $\times 10^4$ Bq
吸收剂量与剂量当量之间的换算 1Gy=1Sv 1cGy=10mSv 1 μ Gy =10 ⁻³ mSv 1 μ Gy =1 μ Sv		

5. X射线的产生原理是什么？X射线有哪些特点？与 γ 射线相比有哪些异同点？

X射线的产生原理：高速电子流撞击阳极靶产生X射线。

X射线有哪些特点：在原子核外产生的射线。韧致辐射---连续谱，特征（标识）辐射---能谱分裂，单能。穿透力强，在介质中基本成负指数规律衰减。

与 γ 射线相比有哪些异同点： γ 射线是从原子核发出的射线。单能，在介质中呈负指数规律衰减。

6. X、 γ 射线与物质相互作用时的方式有哪几种？作用几率与哪些量有关？作用结果各是什么？

X、 γ 射线与物质相互作用时的方式：光电效应、康普顿效应、电子对效应。

作用几率与哪些量有关：与物质原子序数、入射光子能量有关。

作用结果：光电效应——光子消失，光电子发射，产生特征 X 射线。

康普顿效应——产生散射光子、反冲电子。

电子对效应---光子消失、电子对生成。

7. 外照射防护的原则是什么？点源公式是什么？

外照射防护的原则:时间防护（受照时间的控制）、距离防护（增大与辐射源间的距离）、屏蔽防护（采用相应的屏蔽材料）。

点源照射量率计算公式：

式中各参数的定义： \dot{X} ——照射量率（R/h）

A——放射性活度（mCi）

Γ ——照射量率常数

r——计算点与点源的距离（cm）

$$\dot{X} = \frac{A \times \Gamma}{r^2}$$

因为是点源，是同一个源，所以上面的公式可转换为下面的公式：

式中各参数的定义： \dot{X}_2 ——计算点的照射量率（ μ Gy/h）

\dot{X}_1 ——监测点的照射量率（ μ Gy/h）

r_1^2 ——源到监测点的距离（cm）

r_2^2 ——源到计算点的距离（cm）

$$\dot{X}_2 = \frac{\dot{X}_1 \times r_1^2}{r_2^2}$$

8. 常用电离辐射探测仪表按其探测器（传感器）分几类？

常用电离辐射探测仪表按其探测器（传感器）分几类：气体探测器、固体探测器、液体探测器；

各自的工作原理：

气体探测器（如电离室探测器、正比计数管和“GM管”计数器）原理：利用辐射的电离作用原理，以气体作为电离或激发的介质，探测器的两个电极通过收集电离产生的电子、正离子，使电子线路上引起瞬时电压变化（电压脉冲）来确定辐射剂量的水平。

固体探测器：（如闪烁探测器）原理：利用辐射引起闪烁体分子（或原子）的激发，通过收集这些受激分子退激时发射的荧光来探测辐射剂量的水平。

（如热释光光致发光探测器）原理：探测器受到辐射后储存积蓄了能量，在加热过程中该能量以光的形式释放出来，通过探测发出的荧光来确定辐射剂量的水平。

液体探测器：（如液体闪烁探测器）与固体闪烁测量工作原理基本相同，射线使有机闪烁体分子激发，退激后产生的光子通过光电倍增管转换成电脉冲，由脉冲记录系统加以记录。不同点：在液闪测量中，闪烁体是由闪烁剂溶于一定的溶剂中组成的闪烁液，样品分散在闪烁液中，直接接触到。

9. 什么是天然本底辐射？平均每人每年受到多少天然辐射源照射？人类受到哪些电离辐射？

天然本底辐射：人类所受到的天然辐射源的照射；天然本底辐射主要包括：宇宙射线和天然放射性核素发出的射线。

平均每人每年受到多少天然辐射源照射：2.4mSv；

人类受到哪些电离辐射：天然辐射（宇宙射线、天然放射性核素）、人工辐射（医疗照射、核能生产、核爆炸）。

10. 常见的辐射生物效应分为哪几种类型？各有什么特点？

电离辐射生物效应类型：

- (1) 按效应出现的个体分为：躯体效应和遗传效应；
- (2) 按效应出现时间的早晚分为：近期效应与远期效应；
- (3) 按效应与剂量的关系分为：随机性效应和确定性效应；

特点：(1) 辐射效应出现在受照者本人身上为**躯体效应**，出现在受照者的后代身上为**遗传效应**；

(2) 在受照射后 60 天内出现变化为**近期效应**，在受照射后几个月、几年或更长时间才出现的效应为**远期效应**；

(3) **随机性效应**是指发生几率（不是严重的程度）与剂量大小相关的效应（目前认为不存在剂量阈值），如癌症或严重的遗传疾患；**确定性效应**是指损伤的严重程度与剂量大小相关的效应（目前认为存在剂量阈值）。

11. 电离辐射生物效应的影响因素主要有哪些？

(1) 与射线有关的因素：

- ◆射线种类和照射方式（射线种类： α 、 β 、X、 γ 、n 等；照射方式：内照射、外照射）；
- ◆照射剂量和剂量率；
- ◆分次照射和间隔时间；
- ◆照射部位和面积（腹部>盆腔>头颈>胸>四肢）

(2) 与机体有关的因素：

- ◆生物种类的放射敏感性（动物种系间的差异）；
- ◆个体的放射敏感性（个体间的差异）；
- ◆不同器官、组织和细胞间的放射敏感性。

12. 人体最敏感的组织器官有哪几个？

人体最敏感的组织器官：高度敏感组织：淋巴>胸腺>骨髓>胃肠上皮>性腺>胚胎

中度敏感组织：感觉器官>皮肤>唾液腺>肾>肝>肺

轻度敏感组织：中枢神经>内分泌腺>心脏

不敏感组织：肌肉、软骨、骨、结缔组织

13. 何为急性放射病、慢性放射病、放射反应？急性放射性的阈剂量是多少？

急性放射病：是指机体在短时间（几秒至几小时）内一次或多次受到大剂量（1Gy 以上）电离辐射照射，引起的急性全身性损伤。

慢性放射病：机体在较长时间内连续或间断受到低剂量率，超剂量限值的照射（指外照射），所引起的全身慢性放射损伤。

放射反应：接触时间不长（一般几个月到 2 年），剂量不大，受 1.0 Gy 以下剂量照射所引起的反应，尚够不成一种疾病。有无力型神经衰弱症状，白细胞增多或减少或波动不大，分类有嗜酸或嗜碱性粒细胞增加，而无其他原因可循者，脱离后短期可恢复。

急性放射病的阈剂量 1Gy。

14. 急性放射性皮肤损伤是如何分度、分期的？参考剂量各是多少？

分度	分期			参考剂量
	初期反应期	假愈期	症状明显期	
I	---	---	毛囊丘疹、暂时脱毛	≥3Gy
II	红斑	2-6w	脱毛、红斑	≥5Gy
III	红斑、烧灼感	1-3w	二次红斑、水疱	≥10Gy
IV	红斑、麻木、瘙痒、水肿	数 h~10d	二次红斑、水疱、坏死、溃疡	≥20Gy

15. 什么是内照射放射损伤？放射性核素进入体内的途径有哪些？

内照射放射损伤：放射性核素进入体内形成的照射为内照射，由体内放射性核素引起的损伤称为内照射放射损伤。

放射性核素进入体内的途径：消化道吸收，呼吸道吸收，皮肤和伤口。

16. 职业照射、公众照射和 16-18 岁实习人员的剂量限值标准各是多少？

职业照射应遵从下述剂量限值：

- (1) 连续 5 年内平均年有效剂量不超过 20mSv；
- (2) 任何一年中的有效剂量不超过 50mSv；
- (3) 眼晶体的年当量剂量不超过 150mSv；
- (4) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量不超过 500mSv；

公 众 照 射 应 遵 从 下 述 剂 量 限 值 ：

- (1) 年有效剂量不超过 1mSv;
- (2) 如果 5 个连续年的年平均剂量不超过 1mSv/a, 则某一单一年份的有效剂量可提高到 5mSv;
- (3) 眼晶体的年当量剂量不超过 15mSv;
- (4) 皮肤的年当量剂量不超过 50mSv;

16-18 岁实习人员照射应遵从下述剂量限值:

- (1) 任何一年中年有效剂量不超过 6mSv;
- (2) 眼晶体的年当量剂量不超过 50mSv;
- (3) 四肢(手和足)或皮肤的年当量剂量不超过 150mSv。

17. 放射防护的基本原则是什么?

放射防护的基本原则(剂量限制体系的三原则):

- ①辐射实践的正当化、②辐射防护的最优化、③个人剂量限制

放射防护三原则的含义:

①辐射实践的正当化: 在进行任何一种辐射实践活动之前, 都必须充分论证分析, 权衡利弊。只有当带来的个人和社会利益大于所付出的代价和危害时, 才能认为是正当的。(利益>代价+危害)。

②辐射防护的最优化: 都应保持在可做到的、合理的、尽可能低的水平, 避免一切不必要的照射。

③个人剂量限制: 对个人在行动中接受的剂量加以限制, 以保证个人不会受到不可接受的照射。

18. GBZ98-2002 对放射工作人员就业前和就业后的健康标准是如何规定的?

GBZ98-2002 中规定放射工作人员就业前和就业后的健康标准是:

A) 目前健康状况良好, 机体各系统功能正常;

B) 正常的造血功能:

男: 血红蛋白 120-160g/L, 红细胞数 $(4.0-5.5) \times 10^{12}/L$;

女: 血红蛋白 110-150g/L, 红细胞数 $(3.5-5.0) \times 10^{12}/L$;

就业前: 白细胞总数 $(4.5-10) \times 10^9/L$, 血小板数 $(110-300) \times 10^9/L$;

就业后: 白细胞总数 $(4.0-11.0) \times 10^9/L$, 血小板数 $(90-300) \times 10^9/L$ 。

C) 外周血淋巴细胞染色体畸变率和微核率正常; 尿和精液常规检查正常。

19. 如何依法做好受检者和公众防护?

答: 根据《放射诊疗管理规定》和 GB18871-2002《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》中的有关规定

:

- 1) 对受检者的防护要求：放射诊疗工作人员对患者和受检者进行医疗照射时，应当遵守医疗照射正当化和放射防护最优化的原则，有明确的医疗目的，严格控制受照剂量；对邻近照射野的敏感器官和组织进行屏蔽防护，并事先告知患者和受检者辐射对健康的影响。
- 2) 对公众照射的要求：对陪检者也应当按照操作规程，对敏感器官和组织适当进行屏蔽防护；对公众的防护应注意在辐射检查时，机房门必须关上，有条件的应安装门自闭器，门外应有“当心射线”警示牌和曝光工作指示灯。

20. 如何依据医用诊断 X 射线防护标准、检测规范检测、评价 X 射线机及其机房防护？

(1) 医用诊断 X 射线机防护性能的检测方法

① X 射线源组件泄漏辐射的检测

- A、将 X 射线源组件的出线口完全封闭(可用不小于 4mm 的铅板紧密封住窗口)。
- B、在最高工作管电压对应的最大连续工作管电流下，用 X 射线防护监测仪在距 X 射线管焦点 1m 的球面上三条圆周线，每隔 45° 取一测试点，测量 24 点泄漏辐射的空气比释动能率，每点取 100cm² 区域内的平均值。
- C、对透视机进行防护监测，可在 X 射线管电压 70kV、管电流 3mA 条件下进行泄漏辐射检测，其评价标准相应取 0.12 mGy/h。

② 有用线束入射体表空气比释动能率的检测

A、普通荧光屏 X 射线机的检测

- 将探测器置于有用线束中心。焦台距固定的机器，探测器置于距床面 2cm 的荧光屏一侧。焦屏距固定的机器，探测器置于距焦点 35cm 处。便携式机器，探测器置于距焦点 30cm 处。
- 在确认无附加过滤的情况下，取管电压 70kV、管电流 3mA 进行测试。
- 检测中采用水箱体模，其外尺寸为 250mm×250mm×150mm，箱壁用有机玻璃制作。

B、有影像增强器 X 射线机的检测

- 将探测器置于有用线束中心。X 射线管头在床下时，探测器置于床上，其上方 5cm 处放置体模；X 射线源组件在床上时，探测器置于上 30cm 处，体模置于探测器下方。
- 有自动照射量率控制的 X 射线机，加 40mm 铝衰减层，无自动照射量率控制的机器在 70kV，1mA 条件下进行测试。

③ 立位和卧位透视防护区测试平面上空气比释动能率的检测

- 将水箱体模置于有用线束中，台屏距调至 250mm，荧光屏上照射野面积调至 250mm×200mm。
- 在 70kV，3mA 条件下，用 X 射线防护监测仪在透视防护区测试平面上进行扫描巡视，如发现立位透视防护区测试平面的空气比释动能率大于 5μGy/h、卧位透视防护区测试平面的空气比释动能率大于 15μGy/h，应对该位置进一步测量。

- 测量立位 13 点、卧位 19 点的散射线空气比释动能率。

④有用线束半值层的检测

- 有用线束半值层的检测应采用纯度不低于 99.9%，厚度尺寸误差 $\pm 0.1\text{mm}$ 的标准铝梯吸收片，在窄束几何条件下进行。
- 调节焦台距为 100cm，诊视床上设置照射野为 10cm \times 10cm，线束与台面垂直。
- 分别将不同厚度的铝吸收片放在诊视床上方 50cm(或焦点至影像接收器距离的一半)处，使用 80kV、适当的 mAs 照射，测量空气比释动能，用作图法求得 80kV 的半值层。

⑤普通透视用 X 射线机照射野中心与荧光屏中心对准检测。

- 荧光屏置于距诊视床最近处，照射野开到最大，这时照射野小于荧光屏，然后将荧光屏向远拉，当最大射野等于荧光屏大小时，测量台屏距，台屏距乘 2 为焦屏距。
- 将照射野缩小到 15mm \times 15mm，测量照射野中心到荧光屏中心的距离。求出该距离与焦屏距的比值，即为中心偏差率。

⑥焦皮距的检测

- 焦皮距(有诊视床的为焦台距)的检测使用两只细金属丝做成的圆圈，大圈直径为小圈直径的二倍。
- 将小圈贴在诊视床中间，大圈贴在荧光屏射线入射面上的中心处。在较低条件下透视，并将荧光屏向远处拉，直到两圈图像重合。
- 测量焦台距，此时焦台距即为焦皮距

⑦视荧光屏灵敏度的检测

- 在台屏距最小，照射野开到最大，探测器置于荧光屏射线入射面时，用 60kV、3mA 条件照射，测得比释动能率。
- 在相同条件下，用荧屏亮度计测荧光屏的亮度。荧光屏亮度与比释动能率之比即为荧光屏灵敏度。

⑧灯光野与照射野偏差的检测

- 将足够大的胶片置于水平位诊视床的暗盒架上，准直测试板置于对应暗盒位置的床上。
- 将焦片距调至 100cm，灯光野边界与检测板的长方框重合，用 60kV,5mAs 照射。
- 将灯光野放大到与检测板外边缘一致时，用 60kV, 1mAs 条件照射。
- 测量胶片两次影像边缘的距离。对应边距离绝对值之和与 X 射线管焦点到胶片垂直距离之比即相应偏差率。

(2) 医用诊断 X 射线防护监测的一般要求

- A、医用 X 射线诊断的防护监测应包括 X 射线机防护性能检测，X 射线机机房防护设施的检查测试，X 射线机机房周围辐射安全的检查测试，并根据有关国家标准对工作人员工作条件、受检者防护、机房周围辐射安全等进行防护评价。

医用诊断 X 射线机防护性能检测前应查验 X 射线机档案, 包括 X 射线机产品说明书、维修记录、X 射线机验收检测记录以及质量控制检测情况等, 并将 X 射线机的电气性能等调至正常状态下才进行防护性能检测。

B、用于防护性能检测的仪器应有法定计量检定合格证。

C、用于杂散辐射防护监测的仪器应具备下列主要性能:

- a)最小量程: $0\sim 10\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}$;
- b)能量响应: $10\sim 60\text{keV}\pm 40\%$
- c)读数响应时间:小于 15s;
- d)应有测累积剂量档。

(3) 医用诊断 X 射线机产品防护性能的检测要求

- ① X 射线机产品的防护性能应符合 GBZ130, 达到出厂检验要求方可出厂。
- ② 生产厂所在地省级放射卫生防护部门可进行该厂 X 射线机产品防护性能的抽检。
- ③ X 射线机产品的出厂检验至少应把 GBZ130 规定的 X 射线源组件泄漏辐射、有用线束入射体表空气比释动能率、立位和卧位透视防护区测试平面上空气比释动能率等列入检测项目中, 按本标准提出的方法进行检验。

21. 医用诊断 X 射线机使用中的防护监测要求

- ① 医用诊断 X 射线机新安装后, 应对 X 射线机防护性能进行全面检测, 并对 X 射线机机房防护设施、机房周围环境辐射安全等进行检查测试, 合格后方可投入使用。
- ② 当医用诊断 X 射线机经过大修后也应对其防护性能进行全面检测。
- ③ 正常使用中的医用诊断 X 射线机, 一般每年进行一次 X 射线机主要防护性能检测, 以及机房防护设施检查测试。
- ④ 使用中的 X 射线机, 其 X 射线源组件泄漏辐射检测, 不用额定容量工作条件, 可在 X 射线管电压 70kV、管电流 3mA 条件下进行泄漏辐射检测。
- ⑤ 医用 X 射线诊断各种操作位置辐射防护水平检测(包括透视防护区测试平面上空气比释动能率、摄影操作区辐射水平检测等), 可为评价工作人员所受职业照射提供一部分依据, 但具体评价应结合每位工作人员实际工作负荷进行。
- ⑥ X 射线机机房防护设施检查测试中, 应注意机房的电离辐射标志和工作指示灯、受检者候诊位置安全性、供工作人员与受检者用的各种辅助防护用品等项目的检查。

22. 如何依据医用诊断 X 射线影像质量保证检测规范检测、评价 X 射线影像质量?

【所需设备】

- X 射线机 QC 检测设备, 例如 Barracuda 检测箱, NERO 系列检测箱等。
- 两块 $18\text{cm}\times 18\text{cm}\times 2\text{cm}$ 的铝板;
- 一块 $18\text{cm}\times 18\text{cm}\times 3\text{mm}$ 的铅板;

- 一块 18cm×18cm×1mm 的铝板，中间有两排直径为 1mm, 3mm, 5mm, 7mm 的圆孔；
- 滤线栅对中心检测板，两块小铅板；
- 带刻度尺的准直度检测板和线束垂直度测试筒；
- 钢卷尺；
- 荧屏亮度计（最低测量限 0.01cd/m²）；
- 光密度计；
- 线对卡；
- 光野照射野一致性检测板和垂直度测试筒；
- FJ-347A x γ 剂量率仪或 451B 型射线巡测仪；

(1) 用普通荧光屏进行透视的 X 射线机：

- a. 将探测器置于诊断床上中心线处，距床表面 2cm，用透视的方法将探测器设定在荧光屏中心。调节遮光器，使照射野约为 40×60mm，锁定荧光屏和 X 射线组装体；
- b. 将管电流测试探头与主机相连接；
- c. 打开电脑测试软件，开始检测；
- d. 用 70kVp, 3mA 的条件，透视适当时间；
- e. 显示出 kVp、ms、mGy、mGy/s、mAs、mA 的测量值；

(2) 用影像增强器，X 射线管头组装体在床下的 X 射线机：

- a. 在探测器的正上方放置一高度为 30cm 的测试架，架上放置两块 2cm 厚的铝板；
- b. 将管电流测试探头与主机相连接；
- c. 打开电脑测试软件，开始检测；
- d. 如果被测 X 射线机没有亮度自动控制装置，用 70kVp, 1mA 进行照射。如果有亮度自动控制装置，则在自动控制状态下照射适当时间。在这种情况下测得的值称为“标准空气比释动能率”；
- e. 显示出 kVp、ms、mGy、mGy/s、mAs、mA 的测量值；

(3) 用影像增强器，X 射线管头组装体在诊视床上的 X 线机：

全部测量步骤同 (2)，只是将探测器放在床上 30cm 处，两块 2cm 厚的铝板放在探测器下方。

(4) 荧光屏的比亮度检测：

- a. 将 X 射线机的台屏距放到最小处，将照射野打开，以便能将探测器放到荧光屏和滤线栅之间的照射野中；
- b. 以 60kVp, 3mA，照射适当的时间；
- c. 手持电脑显示出 kVp、ms、mGy、mGy/s 的测量值；
- d. 在相同照射条件下，用亮度计测量荧光屏的亮度 (cd/m²)；
- e. 计算荧光屏的比亮度：

$$\text{荧光屏比亮度} = \frac{\text{荧光屏亮度 (cd/m}^2\text{)}}{\text{剂量率 (cGy/min)}}$$

(5) 空间分辨率:

- a. 将线对卡放在荧光屏入射面, 在 70kVp, 3mA 条件下透视, 用视力观察可分辨的线对数。
- b. 将线对卡用透明胶带贴在影像增强器的入射平面上, 使监视器中线对卡的影像与扫描线的方向成 45° 夹角。系统在最低条件下进行透视(约 50kVp, 1mA)。如果出现影像饱和现象(影像全白), 可以在线对卡上放一块 18cm×18cm×2cm 的铝板。从监视器上观察并记下能分辨的线对数。必要时可用望远镜直接观察影像增强器的输出屏。

(6) 低对比度分辨率:

- a. 将 1mm 厚的薄铝板夹在两块厚铝板中间, 然后放在 X 射线管焦点和影像增强器之间。焦点到影像增强器入射面的距离为 75cm 时, 使用 100kVp, 1mA 透视, 距离为 100cm 时, 使用 100kVp, 2mA 透视。如果使用了亮度自动控制装置, 则在自动控制状态下进行透视;
- b. 调节遮光器, 使铝板上的照射野为 10cm×10cm。进行透视, 调节电视监视器的亮度和对比度, 使影像质量为最佳状态。观察圆孔的影像, 记下监视器上能清晰可见的最小孔径。
- c. 必要时, 可使用一块厚铝板和带孔的薄铝板再重复一次测量, 这时圆孔周围和圆孔中间的对比度由 2.5% 变为 5%。

(7) 亮度自动控制:

- a. 将一块铝板放在诊视床上, 将照射野调节到略小于铝板;
- b. 在自动亮度控制条件下, 用亮度计测试监视器的荧屏亮度;
- c. 增加一块铝板, 在不改变射野尺寸、监视器亮度及对比度等条件的情况下, 再测量监视器荧光屏亮度;
- d. 改变照射野尺寸(约为原尺寸的一半), 测量监视器荧屏亮度;
- e. 在上述步骤中, 如该装置通过变化管电压自动调节亮度, 应检测低管电流(例如 1mA)和高管电流(例如 4mA)两种情况下的 kVp 值及荧屏亮度。如该装置通过改变管电流自动调节亮度, 则检测 80kVp 时的电流补偿情况;
- f. 将 3mm 厚的铅板放在测试架上, 用多功能探测器 (MPD) 在 X 射线管头组装体一侧, 测量在亮度自动控制条件下的最大透视空气比释动能率。

(8) X 射线透视诊断设备的准直系统

- a. 使用普通荧光屏的 X 射线机, 将荧光屏推到距诊视床最近处, 将照射野设置为最大, 这时, 照射野应小于荧光屏。
- b. 在透视条件下, 慢慢将荧光屏往远处拉, 当最大照射野等于荧光屏大小时, 锁住荧光屏位置。

- c. 测量这时的床面板到荧光屏后面板(与受检者身体接触的平面)的距离;
- d. 将照射野缩小到 $1.5\text{cm} \times 1.5\text{cm}$, 测量照射野中心到荧光屏中心的距离。
- e. 使用影像增强器的 X 射线机(影像增强器在床上), 核查影像增强器与床下的 X 射线管头组装体, 看它们有否同步移动;
- f. 将两块铝板放在床上, 上面放置准直测试板。板上的圆点标记放在受检者的右肩部位;
- g. 将影像增强器放到距床面最近处, 照射野放到最大, 在透视条件下, 将影像增强器的中心对准测试板的中心, 锁定影像增强器; 从 TV 监视器中观察可以从影像中看到的最大刻度值;
- h. 在测试板上放置一只装有胶片的, $20\text{cm} \times 25\text{cm}$ 的片匣, 在透视条件下照射适当的时间, 使冲洗后的胶片的光密度为 $0.7-1.5$;
- i. 冲洗胶片, 比较胶片上影像的照射野尺寸与 TV 监视器中看到的测试板刻度;
- j. 将影像增强器拉到距床面最远处, 把测试板放在测试架上, 尽量靠近影像增强器的入射面(中间留一可以插入胶片匣的缝);
- k. 在透视条件下, 将测试板中心与影像增强器中心对准。从 TV 监视器中观察透视影像尺寸;
- l. 将装有胶片的 $25\text{cm} \times 30\text{cm}$ 的片匣放到测试板上, 在透视条件下, 照射适当的时间, 使冲洗后的胶片光密度为 $0.7-1.5$;
- m. 冲洗胶片, 比较胶片影像的照射野尺寸与 TV 监视器中透视影像尺寸。

(9) 摄影用 X 射线机管电压、管电流、照射时间、半值层、输出量及线性、重复性、准确性、波形的检测。

- a. 将探测器置于诊断床上中心线处, 调节焦点到探测器的距离为 1 米, 架起半价层支架, 在探测器的上方 50cm 处放铝片;
- b. 调节遮光器, 使照射野不超出铝片, 约为 $20 \times 30\text{mm}$;
- c. 将管电流测试探头与 MAS-2 相连接, 并将管电流钳形探头卡在管球的阳极电缆上, 同时注意电缆的电流方向与管电流钳形探头的指示方向一致;
- d. 将 MPD、管电流钳形探头与 MAS-2、电脑与主机相连接;
- e. 打开电脑 oRTIgo 软件, 输入相关数据和信息, 单击“测量”;
- f. 用 80kVp , 100mA , 100ms 的条件照射;
- g. 将 1mm 厚的铝吸收片放在高 50cm 的测试架上, 用同样的照射条件进行照射;
- h. 将铝吸收片换成 2mm , 3mm , 4mm , 5mm , 分别重复上一步骤;
- i. 电脑自动显示出 kVp 、 mGy 、 mGy/s 、 HVL 及图形;
- j. 用相同的条件测量 5—10 次, 可自动得出相关参数的重复性、偏差、相对离散度等;
- k. 用不同的条件测量, 可自动得出相关参数的准确性、偏差等;

显示出 kVp、ms、mGy、mGy/s、mAs、mA 的准确性、重复性、线性、偏差、相对离散度、平均值等；

(10) 自动曝光限时：

- a. 将装有胶片的暗盒装入暗盒架(或采用换片装置)；
- b. 调节焦片距为 100cm。将一块铝板放在诊视床上。将线束中心与铝板中心对准，调节照射野为 15cm×15cm；
- c. 管电压设置在 80KVp，65KVp 和 95KVp 三种状态下，分别进行三次自动曝光；
- d. 增加一块铝板后，重复上述实验；
- e. 在完全相同的条件下冲洗上述六张胶片；
- f. 胸片、点片系统进行本项检测时，焦片距应根据实际使用条件确定。

(11) 有效焦点的大小：

- a. 将星卡固定在限束装置的下方。星卡所在平面与有用线束垂直，其中心要与有用线束中心重合；
- b. 将装有胶片的无增感屏暗盒放在诊视床上。调节焦片距，使星卡的影像放大倍数近似下表所列数值；
- c. 以 75kVp，X—射线管额定阳极功率的 50%对应的管电流，用 20mAs 左右进行照射；
- d. 冲洗胶片后，测量星卡的直径 S (mm)，纵向和横向模糊带最大直径 ZL (mm)，ZW (mm)；
- e. 按下式计算用 2° 星卡检测的有效焦点尺寸：

$$F_w = \frac{Z_w}{28.65} \times \frac{1}{M-1} \qquad F_L = \frac{Z_L}{28.65} \times \frac{1}{M-1}$$

其中 M 为星卡影像的放大倍数： $M = S/60$ (星卡直径为 60mm)。

用星卡测量有效焦点建议放大倍数

标准焦点尺寸(mm)	建议放大倍数	星卡影像外形尺寸(mm)
F < 0.6	5	300
0.6 ≤ F ≤ 1.0	3	180
1.0 ≤ F ≤ 2.0	2	120
2.0 < F ≤ 4.5	1.5	90

(12) 摄影机的几何光学特性：

- a. 使用气泡水准仪调节诊视床及放在暗盒架上的胶片暗盒面的水平位置，暗盒中已装有胶片；
- b. 将准直测试板放在诊视床上，线束垂直度测试筒放在测试板中间，将装有三粒小钢珠的一面朝上，仅有一粒钢珠的一面朝下；
- c. 调节焦片距为 100cm，光野边界与检测板上的长方框重合；
- d. 用 60KVp，5mAs 的条件进行照射；
- e. 将光野放大到与检测板外缘一致，其它条件不变，再用 60KVp，1mAs 的条件照射一次；
- f. 冲洗胶片。

- g. 焦点到影像接受器的距离指标准确性，用以下公式计算实测焦片距：

$$SID = I(h + p)/(I - o)$$

其中 o——线束垂直度测试筒上相对两侧钢珠之间距离：

I——影像中两钢珠影像的距离；

h——测试筒高度；

P——暗盒上表面到诊视床上表面距离；

- h. 照射野与光野的偏差，从所摄图像中，可以清楚地看到光密度较大的照射野影像和由线条组成的光野像。根据图所示，测出 ΔX_1 ， ΔX_2 ， ΔY_1 ， ΔY_2 ；计算

$$\Delta X = |\Delta X_1| + |\Delta X_2| \quad \Delta Y = |\Delta Y_1| + |\Delta Y_2|$$

(13) 滤线栅中心对准：

- a. 将带五个大孔的检测板放在诊视床或胸片架上，使其长轴与诊视床的长轴垂直检测，立式胸片架时，将检测板水平放置，中心孔对准滤线栅中心位置；
- b. 将装有胶片的片盒装入片盒架；
- c. 调节 SID 为聚焦滤线栅的焦距。用两块小铅板盖住两边的四个大孔。将照射野的中心对准中间的大孔。用 60kVp，2-4mAs 的条件进行照射，使冲洗后圆孔区影像的光密度为 1.0-2.0；
- d. 逐个改换曝露的大孔位置，其余的孔仍用铅板盖住，然后移动 X-射线管位置，使线束中心对准曝露的大孔，以同样的条件进行照射。
- e. 冲洗胶片。
- f. 测量影像中各圆孔区的光密度。如中心孔区光密度最高，两侧逐渐下降，且呈对称性，则可认为有用线束轴已与滤线栅中心对准；至少要求中间孔的光密度最大。这表示滤线栅中心偏差不大于 1.3cm。
- g. 如被测的滤线栅是动栅，在影像中不应有栅线出现。如果有栅线，则应考虑照射条件是否正确，滤线栅的运动系统是否有故障等。

【结果评价】

- a. 根据国内外防护标准要求，透视荧光屏的空气比释动能率不得大于 50mGy/min，影像增强器的空气比释动能率不得大于 25mGy/min。
- b. 使用影像增强器进行透视，又有亮度自动控制装置时，在铝板上加一块 3mm 厚的铅板时，测得的值为最大入射空气比释动能率。最大空气比释动能率不得大于 100mGy/min。
- c. 根据上述行业标准推算，60kVp 的荧屏比亮度应能达到 0.12(cd/m²)/(cGy/min)。但考虑到这一数值外推过程的可靠性以及新旧荧光屏的差异等问题，将这一标准的下限定在 0.08(cd/m²)/(cGy/min)较为合适。
- d. 用视力评价荧光屏分辨率的国内外标准尚未见到。但是根据我国的监测结果看，均在 0.8-1.2LP/mm。建议把这一指标作为荧光屏变化趋势的控制指标，荧光屏是否合格，还要通过摄影方法来判定。

高对比度分辨率的下限

影像显视 种类	影 像 增 强 器			
	23—25cm (9—10 英寸)		13—15cm (5—6 英寸)	
	中心	边缘	中心	边缘
输出屏	1.6	1.2	1.6	1.4
标准电视	0.8-1.0	0.8	1.2-1.4	1.0-1.2
电 影	1.4	1.2	1.6	1.4
缩 片	1.4	1.2	1.6	1.4

- a. 根据美国 AAPM(美国医学物理学会)的标准, 在有噪声的情况下, 应能显示直径为 7mm 和 5mm 的圆孔。较好的系统能显示 3mm 的圆孔, 优质的系统可显示 1mm 的圆孔。
- b. 透视的监视器荧光屏亮度在自动控制时应基本不变。当受照体模不变时自动控制的稳定性一个月到另一个月期间, 管电压应稳定在 $\pm 5\text{kVp}$ 以内; 管电流应稳定在 $\pm 40\%$ 以内。最大透视空气比释动能率应不大于 $10\text{cCy}/\text{min}$ 。
- c. 使用普通荧光屏的 X 射线机, 中心偏差不大于焦点到荧光屏距离的 1%;
- d. 当最大照射野的尺寸与荧光屏大小一致时, 荧光屏的入射面板到诊视床的距离不小于 250mm。
- e. 使用影像增强器的 X 射线机, 透视影像的直径应尽量接近影像增强器直径, 其缩小量应尽量不大于 1cm;
- f. 照射野的长和宽一般不应比影像增强器大出焦点到增强器输入面距离的 3%, 最大不超过 10%, 较好设备可达到 1cm 以内。
- g. 照射野的中心与影像增强器的中心的偏差不应大于焦点到增强器输入面距离的 1%。
- h. 国产新 X 射线机的管电压标称值应为实测值的 90%—110%;
- i. 进口的新 X 射线机, 应根据厂家的标准来评价, 但不应低于出产国或我国标准。例如, 美国医学物理学会 (AAPM) 的标准是在 65-95kVp 范围内, 标称值与实测值的偏差不大于 $\pm 5\text{KVp}$ 。
- j. 当测量结果表明标称值与实测值的偏差过大时, 应首先进行复测, 并核查电源电阻是否符合要求。然后, 在长照射时间档 (~ 0.5 秒) 核查控制台上的 mA 值。如果 mA 值飘移, 则要调整初级电压以便使得高压值达到可以接受的值, 这种设备内部的调节工作, 应由设备维修工程师进行。

23. 高压指示和实际值的差别可能由以下原因引起:

- ① X 射线发生器在安装时没有很好地调试和刻度;
- ② 电源电压降超过标准;
- ③ 管电流的漂移改变了高压变压器的次级压降。如果电流补偿不合适, 即便初级电压不变, 管电压也可能发生变化;
- ④ 元 件 损 坏 。

- e. 采用单相发生器的 X—射线机的输出量约为 $25\sim 55\ \mu\text{Gy}/\text{mAs}$ ，采用三相发生器的 X—射线的输出量约为 $20\sim 60\ \mu\text{Gy}/\text{mAs}$ ；输出量的大小除与发生器的类型有关外，还与滤过厚度有关。同时，也与 X—射线管的阳极角有关。对于相同型号的 X—射线机，其输出量应在 $\pm 10\%$ 范围内。太高或太低可能因滤过厚度不对、阳极缺陷或刻度不对引起。
- f. 80kVp 的半值层必须大于或等于 2.3mm 铝，实际上单相 X 射线 80kVp 的半值层为 2.5mm~3.2mm，三相 X 射线机 80kVp 的半值层为 2.9~3.7mm，但是，必须注意：
 - ①上述半值层厚度指的是 1100 型合金铝的厚度，其中含铝 99%，含铜 0.12%。如果用纯铝吸收片进行测量，所得半值层值必然高一些；
 - ②测量半值层用的探测器的能量响应特性，对测量结果的影响很大。因此，要特别注意选用能量响应好的探测器；
 - ③为了判断 X—射线机输出量及半值层的变化，在稳定性检测中必须使用相同的设备，在完全相同的条件下进行。
 - g. 我国有关 X—射线机的标准中，尚未对这一指标提出要求。美国联邦法规 (CR21, 1020, 31) 规定，对于任何照射条件组合，照射量的变异系数不得大于 0.05。
 - h. 发现照射量的变异系数大于 0.05 时，应进一步检查管电压、管电流及曝光时间的变异系数，以查明造成这一情况的原因。
 - i. 相邻两档的输出量的线性偏差评价标准是 $\leq 10\%$ 。
 - j. 不符合上述标准时，应核查照射时间及管电流指示值的准确性。为检查管电流指示值的准确性，可以将照射时间设置为 1 秒，用不同的管电流进行照射，检查 mA 表的指示是否与各档的刻度值相符。
 - k. X 射线机评价标准是，曝光时间等于或长于 0.1 秒时，偏差不得大于 $\pm 10\%$ ；短于 0.1 秒时，偏差应不大于 0.01 秒；
 - l. 验收进口的 X—射线机的曝光时间准确度时，应以该厂标准来衡量。例如，美国 AAPM 标准是 $\pm 5\%$ 。
 - m. 六张胶片的光密度偏差应不大于 0.3D。高质量的设备应在 $\pm 0.2D$ 以内；
 - n. 80KVp 条件下进行的长期稳定性检测中，光密度变化应小于 0.3D；
 - o. 光密度偏差超过以上限值时，可能由以下原因引起：

24. 自动曝光限时功能偏差超过限值时，可能由什么原因引起？

- ①自动曝光限时器的管电压补偿性能不好；
- ②暗盒与增感屏组合的特性与设计值相差过大；
- ③部件损坏；设计不佳；

p. 评价标准：焦片距标称值与实测值不应大于 $\pm 2\text{cm}$ 。

- q. 有用线束轴与影像接受器平面的垂直度，当准直度检测板上中心小圆直径为有用线束轴垂直度测试筒高度的 0.05 倍，大圆直径为其 0.10 倍时，测试筒上表面中心钢珠影像落在小圆影像以内时，垂直度偏差小于 3° ，落在大圆影像以内时，垂直度偏差小于 6° 。
- r. 根据 IEC 标准，垂直度的偏差应不大于 3° ，但不得大于 6° 。
- s. 照射野与光野的偏差，根据 IEC 标准， ΔX 及 ΔY 应不大于 SID 的 1%，但不得大于 2%。
- t. 照射野与光野中心的偏离应不大于 SID 的 1%，但不得大于 2%。
- u. 照射野的中心与影像接受器(胶片)中心的偏离不应大于 SID 的 1%，但不得大于 2%。

25. CR 成像原理是什么？影像质量保证、检测项目有哪些？为什么 IP 板不能无限期使用？

CR 成像原理 是 X 线透过被照体后，由影像板吸收再经读取装置读出影像信息，通过计算机处理，再经激光相机成像或由存贮装置存贮，最后在荧光屏显示读影。

检测项目：有暗噪声，均匀性，曝光指示计的刻度，曝光响应，激光束功能，极限分辨力，低对比度分辨力，空间准确性，擦除性能，系统读出速度（吞吐量）；

为什么 IP 板不能无限期使用：IP 板读时来回运动，有机械损伤，包括撕裂磨损灵敏面与片盒摩擦化学变化、塑料时间长老化；辐射损伤造成 IP 板本身损伤；表面污染灰尘擦拭试剂。

26. 屏 / 片系统成像原理是什么？影响人员剂量的因素有哪些？

屏 / 片系统成像原理：胶片作为具有图像采集、显示、存储和传递多重功能的载体，以二维成像方式，将 X 线入射方向上人体组织的 X 线吸收差异呈现为不同密度的影像；

影响人员剂量的因素：照射量；kV（管电压）；滤过；显示系统的灵敏度；照射野的大小；曝光时间的长短；对非照射部位是否屏蔽；受检者的体位；摄影距离；增感屏-胶片系统；被照体厚度、密度；提高影像质量减少重拍率；照片冲洗因素。

27. 如何依据 GBZ125-2002、GBZ137-2002 等标准，检测、评价密封源、含密封源仪表的防护性能？

答: **GBZ125-2002** 《含密封源仪表的卫生防护标准》、**GBZ137-2002** 《含密封源仪表的卫生防护监测规范》

① 根据辐射对象选择适当的辐射检测仪器（能量响应、响应时间、剂量检测范围、分辨的辐射类型、计 量 检 定) ；

- ② 根据辐射对象的特点选择适当的测量条件：
- (1) 在密封源源闸关闭和开启状态下分别进行测量。对透射仪表可在无待测物条件下检测；对散射式仪表，应在有待测物的条件下检测；
 - (2) 源容器内密封源的活度应为额定活度值。当密封源的活度低于额定活度时，需将检验结果乘以系数 K 。 K =密封源的额定活度/检测时的密封源活度。
- ③ 依据检测标准确定检测点（边界外表面 5cm 和 100cm 处各点；预计剂量较高的位置；人员停留时间较长的位置；仪表所在室内有代表性的点。测量时探测器应位于距地面 1m 高处。在人员工作的位置上，剂量当量率大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 时，应分别对相应人员的眼、胸、性腺、手等部位进行测量），并实施检测；
- ④ 实施对防护部件及设置的安全检查：
- ◆ 具有防盗的贮存条件和管理措施；
 - ◆ 具有屏蔽防护措施，使非放射工作人员可能达到的任何位置上的剂量当量率 $< 2.5\mu\text{Sv/h}$ ；
 - ◆ 存放处设有醒目的“电离辐射”标志。
 - ◆ 源容器应标明编号、型号、核素名称、活度、辐射类型、制造厂家、出厂日期及醒目的“电离辐射”标志
 - ◆ 源容器必须具备源位指示器，明确显示密封源处于贮存位置或工作位置。
 - ◆ 源容器必须设有防止密封源脱落或被无关人员打开的特殊结构。
- ⑤ 详实记录检测结果，数据准确、格式规范，并对数据进行修正；
- ⑥ 正确引用标准、准确评价，报告书写规范，依据评价标准对检测结果进行评价。检测结果按下表判断其所达到的场所类别与实际安装场所的相符性。辐射水平超过分区管理水平时，应有分区（控制区、监督区）控制及相应的分区管理。
- ⑦ 对于发射 α 、低能 β 、低能 X 射线的密封源，距附录 A(规范性附录)所示边界外 5cm 处的剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
- ⑧ 除了发射 α 、低能 β 、低能 X 射线以外的检测仪表，在不同场所使用时，距附录 A(规范性附录)所示边界外 5cm 和 100cm 处的剂量当量率应满足下表的要求。

检测仪表的使用场所和相应的泄漏射线控制量

检测的使用场所	距边界外下列距离处的剂量当量率 H 控制值， $\mu\text{Sv/h}$	
	5cm	100cm
对人员的活动范围不限制	$H < 2.5$	$H < 0.25$
在距源容器的 1m 区域内很少有人停留	$2.5 \leq H < 25$	$0.25 \leq H < 2.5$
在距源容器外表面 3m 的区域内不可能有人进入，或放射工作场所划出了监督区和非限制区	$25 \leq H < 250$	$2.5 \leq H < 25$
只能在特定的放射工作场所使用，并按控制区、监督区、非限制区分区管理	$250 \leq H < 1000$	$25 \leq H < 100$

28. 如何依据 GBZ117-2002、GBZ132-2002、GBZ/T150-2002 标准，检测、评价工业 X 射线、 γ 射线探伤机及作业场所的卫生防护水平？

答： GBZ117-2002 《工业 X 射线探伤卫生标准》、GBZ132-2002 《工业 γ

射线探伤卫生防护标准》、GBZ/T150-2002《工业 X 射线探伤卫生防护检测规范》

(1) 工业 X 射线探伤机的泄漏辐射水平检测:

- ① 选择适当的辐射检测仪器（能量响应、响应时间、剂量检测范围、分辨的辐射类型、计量检定）；
- ② 选用相关标准（检测规范：GBZ/T150-2002）；熟悉检测方法和规范；
- ③ 检测条件：
 - ◆ 试验室应无其它电离辐射的干扰。在进行检测时 X 射线管应距墙壁 2m 以上，距焦点 2m 内不应有其它散射体；
 - ◆ X 射线管出束口用 10 个半值层的铅罩严密覆盖。X 线探伤机工作于额定条件（额定 kV、mA）；
 - ◆ 在额定工作条件下，用辐射剂量率仪（探测器电离室中心与 X 射线管焦点之间的距离为 1m）测定以焦点为球心半径 1m 球面上的空气比释动能率，应是 100cm² 上的平均测量值；
- ④ 依据检测标准确定检测点，
- ⑤ 实施对其它安全装置进行检查：
 - (1) X 射线管头组装体是否能在任何需要的位置上锁紧。
 - (2) X 射线管头组装体是否安装了限束装置。
 - (3) X 射线管出束口径是否不大于额定最大有用线束射出所需尺寸。
 - (4) X 射线管套上是否具有制造厂名称或商标；型号及序号；X 射线管的额定管电压、管电流；焦点的位置；出厂日期等标志。
 - (5) 移动式或便携式 X 线探伤装置的控制装置与 X 线管或高压发生器的连接电缆是否不短于 20m。
- ⑥ 详实记录检测结果，数据准确、格式规范，并对数据进行修正；
- ⑦ 正确引用标准、准确评价，报告书写规范，依据评价标准对检测结果进行评价。
- ⑧ X 射线装置在额定工作条件下，距 X 线管焦点 1m 处的漏射线空气比释动能率应符合如下要求：

管电压, kV	泄漏射线空气比释动能率, mGy/h
<150	<1
150~200	<2.5
>200	<5

(2) 工业 X 射线、γ 射线探伤机的作业场所辐射防护水平检测

- ① 根据辐射对象选择适当的辐射检测仪器（能量响应、响应时间、剂量检测范围、分辨的辐射类型、计量检定）；
- ② 根据辐射对象选用相关标准（检测规范：X 线探伤 GBZ/T150-2002；γ 射线探伤 GBZ132-2002）；
- ③ 熟悉检测方法和规范；
- ④ 根据辐射对象的特点选择适当的测量条件：

- ◆ X射线探伤机工作于探伤场所设计时给定的设计条件（用于设计验收）或额定的使用条件（使用检测），额定 kV、mA；
- ◆ γ 射线探伤机源容器内密封源的活度应为额定活度值。当密封源的活度低于额定活度时，需将检验结果乘以系数 K。K=密封源的额定活度/检测时的密封源活度；
- ◆ 周向探伤机在周向照射条件下照射；
- ◆ 在最不利的探伤位置；
- ◆ 探伤机置于常用照射方向检测；
- ◆ 在有模拟探伤对象的条件下检测。

⑤依据检测标准确定检测点，并实施检测：

X射线专用探伤室：

- (1)用探伤室的设置必须充分考虑周围的放射安全，探伤室必须与操作室分开。
- (2)通过巡测，发现的辐射水平异常高的位置；
- (3)探伤工作人员操作位置；
- (4)探伤室外 5cm、50cm、100cm，测门缝和门表面；
- (5)探伤室墙外或邻室墙外 20cm、50cm、100cm 离地面高度为 1m 处；
- (6)多层建筑物探伤室的邻层相应地板和顶板处人员可以到达位置；
- (7)人员经常活动的位置；
- (8)无顶或薄顶探伤室，如需向上照射时，应巡测距离探伤室墙不同距离处的辐射水平分布。设有窗户的探伤室，应特别注意巡测窗外不同距离处的辐射水平。
- (9)探伤室屏蔽设计应充分考虑有用线束照射的方向和范围、装置的工作负荷及室外情况，确保室外人员年有效剂量小于其相应的限值。探伤室周围非放射工作人员居留侧辐射水平应不大于 $2.5\mu\text{Gy/h}$ 。放射工作人员居留侧辐射水平应不大于 $25\mu\text{Gy/h}$ 。
- (10)探伤室门的防护性能应与同侧墙的防护性能相同，并安装门-机联锁安全装置和照射信号指示器，必须在门关闭后 X 射线装置才能进行透照检查。
- (11)探伤室的窗口必须避开有用线束的照射方向，并应具有同侧墙的屏蔽防护性能。

现场 X 射线探伤作业场所：

- (1)进行透照检查时，必须考虑控制器与 X 射线管和被检物体的距离、照射方向、时间和屏蔽条件等因素，以保证探伤作业人员的受照剂量低于剂量限值，并应达到可以合理做到尽可能低的水平。
- (2)进行透照检查时，可将被检物体周围的空气比释动能率在 $40\mu\text{Gy/h}$ 以上的范围内划为控制区。控制区边界上必须悬挂清晰可见的“禁止进入 X 射线区”警示标识，探伤作业人员应在边界外操作，否则必须采取防护措施。
- (3)进行透照检查时，控制区边界外空气比释动能率在 $4\mu\text{Gy/h}$ 以上的范围内可划为管理区，在其边界上必须设警示标识，如信号灯、铃、警戒绳，并悬挂清晰可见的“无关人员禁止入内”警告牌，必要时设专人警戒。尚应注意控制在管理区边界附近不应有经常停留的公众成员。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/266114215004010240>

(4)