



射线检测

第二章 射线检测设备和器材



2.4 射线照相辅助设备器材

源创力无损检测培训中心
www.chndt.org.cn

2.4.1 黑度计

黑度计（光学密度计）：用于测量射线照相底片的黑度的仪器；

要求：可测量最大黑度不小于4.5，测量误差不超过 ± 0.05 ；

使用规范：

- 首次使用前应进行核查，以后至少每6个月进行一次核查；
- 在工作开始时或连续工作超过8h后应在拟测量黑度范围内选择至少2点进行检查。

标准密度片：用于对黑度计进行校验；

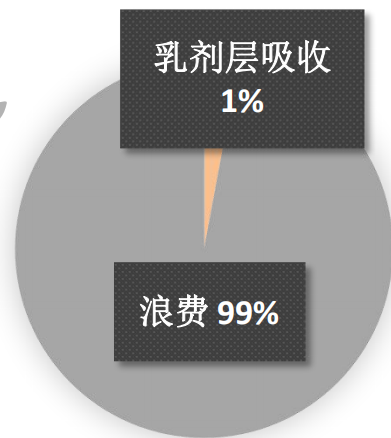
要求：至少有8个一定间隔的黑度基准，且能覆盖0.3~4.5黑度范围；

使用规范：至少每2年校准一次。



2.4.2 增感屏

增感屏：使用增感屏可增强射线对胶片的感光作用，从而达到缩短曝光时间，提高工作效率的目的，金属增感屏还有吸收散射线的作用。



增感系数Q：胶片、线质、暗室处理条件一定时，得到同一黑度底片，不用增感屏的曝光量 E_0 与使用增感屏时的曝光量 E 之间的比值。

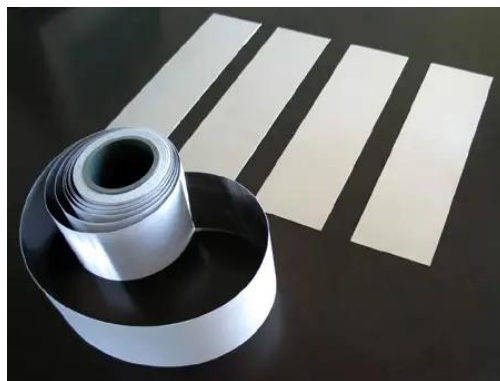
如果X射线管电流相同，或者 γ 源活度相同，那么曝光量取决于曝光时间，那么增感系数也可用不用增感屏的曝光时间 t_0 与使用增感屏时的曝光时间 t 之间的比值来表示。

$$Q = \frac{E_0}{E} = \frac{t_0}{t}$$

2.4.2 增感屏

金属增感屏：

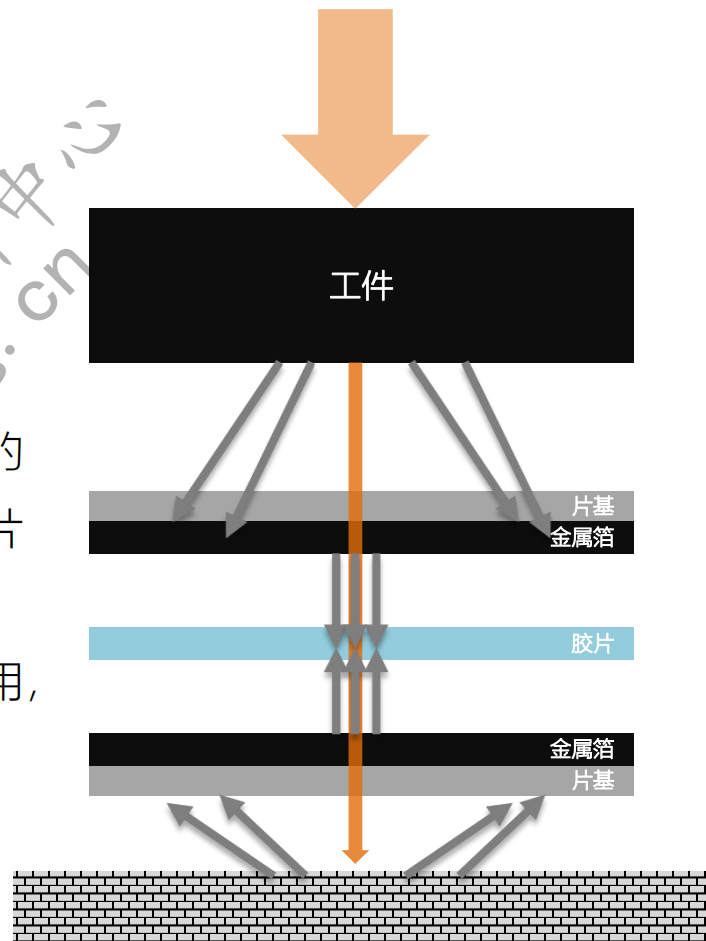
- ❑ 材料：铅Pb、钨W、钽Ta、钼Mo、铜Cu、铁Fe 等
- ❑ 作用：
 - 增感效应：金属屏受透射射线激发产生能量很低的二次电子和二次射线，因其能量低所以极易被胶片吸收，从而增加对胶片的感光作用；
 - 吸收效应：金属屏对波长较长的散射线有吸收作用，从而减少散射线引起的灰雾，提高影像质量。



2.4.2 增感屏

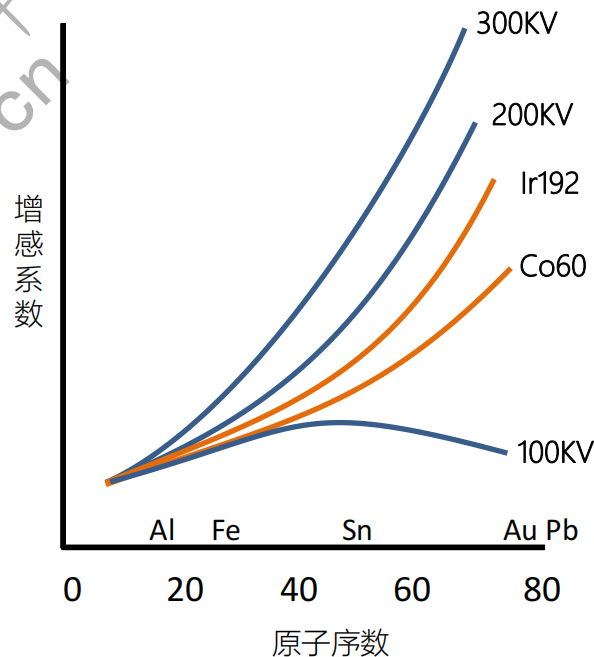
金属增感屏：

- ❑ 材料：铅Pb、钨W、钽Ta、钼Mo、铜Cu、铁Fe 等
- ❑ 作用：
 - 增感效应：金属屏受透射射线激发产生能量很低的二次电子和二次射线，因其能量低所以极易被胶片吸收，从而增加对胶片的感光作用；
 - 吸收效应：金属屏对波长较长的散射线有吸收作用，从而减少散射线引起的灰雾，提高影像质量。



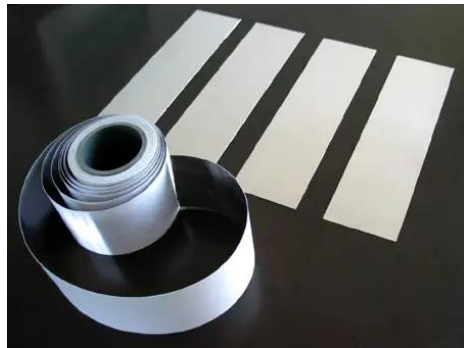
2.4.2 增感屏

- ❑ 管电压较高时，增感系数随金属材料的原子序数增大而增大（实验范围内 金AU, $Z=79$ 最大);
- ❑ 在管电压较低时，锡（Sn, $Z=50$ ）的增感系数最大;
- ❑ 对于同一材质金属屏，在300KV以下，管电压越高，增感系数越大;
- ❑ γ 射线增感系数出现反常情况，Ir192（355KeV）的能量比300KV的X射线高，但增感系数却更小，而Co60（1250KeV）的增感系数又比Ir192小。



2.4.2 增感屏

- 应用最普遍的是铅箔增感屏（含5%左右的铈锡合金）；
- 对铅箔增感屏来说，散射线消除率（吸收效应）是铅箔厚的高，增感系数是铅箔厚的小。
- Co60或1MeV以上高能X射线使用钢屏或铜屏，有利于改善底片清晰度，提高底片灵敏度；
- 采用Co60透照有延迟裂纹倾向或强度 $R_m \geq 540\text{MPa}$ 高强度材料检测时，AB级B级应使用钢屏或铜屏（标准：表1备注b）。



2.4.2 增感屏

荧光增感屏：

- ❑ 用荧光体（钨酸钙）制作的增感屏，荧光物质可以在射线的照射下产生波长较长的可见光；
- ❑ 由于荧光体颗粒粗，荧光会发生扩散和散乱传播，并且荧光增感屏不具有吸收效应，所以底片影像模糊，清晰度差，灵敏度低，分辨率差。

增感屏种类	像质质量	增感系数
金属增感屏	AAA	A
金属荧光增感屏	AA	AA
荧光增感屏	A	AAA

金属荧光增感屏：

- ❑ 性能介于前两者之间，一般还是不用于高质量要求的工件透照。

承压类设备射线照相使用金属增感屏+非增感型胶片（J型），不允许采用荧光增感屏和金属荧光增感屏。

2.4.2 增感屏

增感屏使用注意事项

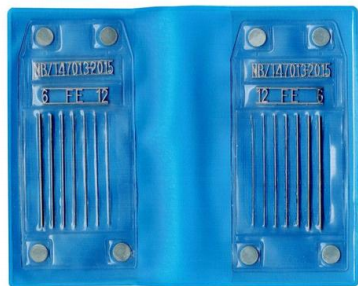
- ❑ 表面保持光滑、清洁，无污秽、损伤、变形；
- ❑ 增感屏与胶片要紧密结合，不能夹杂异物；
- ❑ 卷曲、受折——引起片-屏接触不良，使底片影像模糊；
- ❑ 有划伤或开裂——引起局部表面积增大，底片会出现类似裂纹的黑线，其形状与其划痕相同；
- ❑ 表面有油污——会吸收二次电子，底片产生白影。

2.4.3 像质计

像质计：用来检查和定量评价射线底片影像的工具（验证照相灵敏度）。

- ❑ 像质计材料的吸收系数应尽可能接近或等同于被检材料的吸收系数，任何情况下不能高于被检材料的吸收系数；
- ❑ 射线底片上的像质计影像可以作为一种永久性的证据，证明射线透照检测是在适当的条件下进行的；
- ❑ 像质计的指示数值并不等于被检工件中可以发现的自然缺陷的实际尺寸。

$$\text{主因对比度: } \frac{\Delta I}{I} = \frac{\mu \Delta T}{1+n}$$



2.4.3 像质计

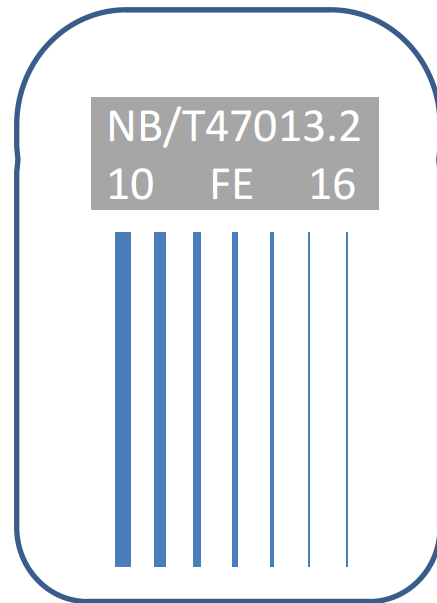
金属丝型像质计

- 一般7根相邻的丝号为一组，丝号大的直径小；
- 相邻金属丝直径比值相同（等比数列）（一般为 $\sqrt[10]{10} \approx 1.25$ ）；
- 像质计的选择与透照厚度、透照方式、检测技术等级有关。

线号	1	2	3	4	5	6	...	19
标称线径	3.20	2.50	2.00	1.60	1.25	1.00	...	0.050

像质计型号	1号	6号	10号	13号
线号	1 - 7	6 - 12	10 - 16	13 - 19

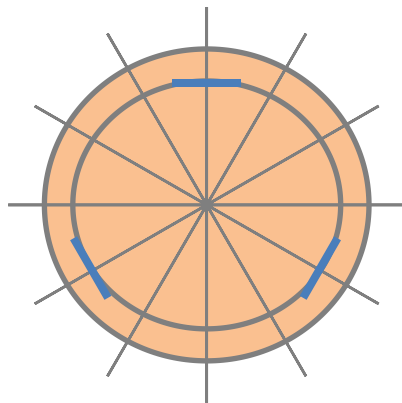
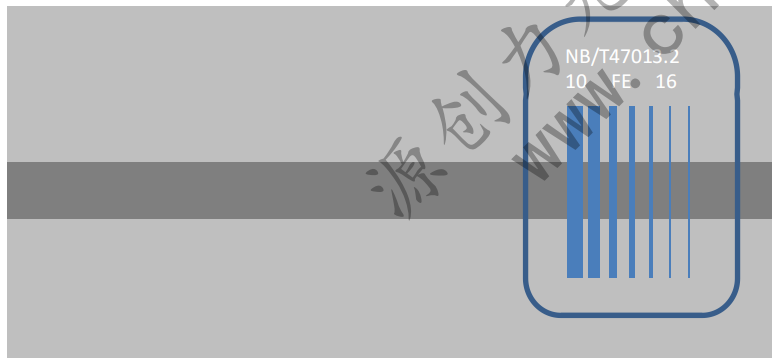
像质计材料	FE	CU	AL	TI	Ni
适用材料范围	钢	铜、铜合金	铝、铝合金	钛、钛合金	镍-镍合金



2.4.3 像质计

像质计的摆放（单壁透照）

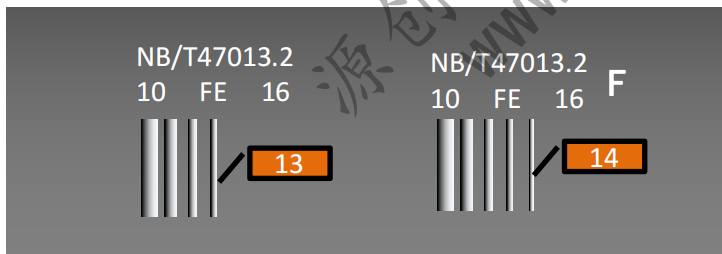
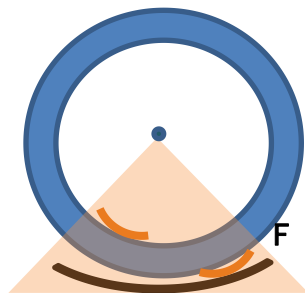
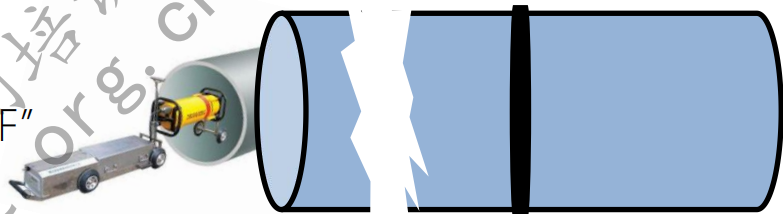
- 摆放位置在灵敏度较低的部位，如：离胶片远的工件表面、透照厚度大的部位；
- 焊缝单壁透照时，放在源侧，透照区一侧（1/4），并横贯焊缝且与焊缝垂直，直径小的（丝号大的）向外；
- 中心透照时，每隔120°放置一个；
- 单壁透照中若无法放置于源侧，像质计可置于片侧，但需要做比对试验。



2.4.3 像质计

比对试验：

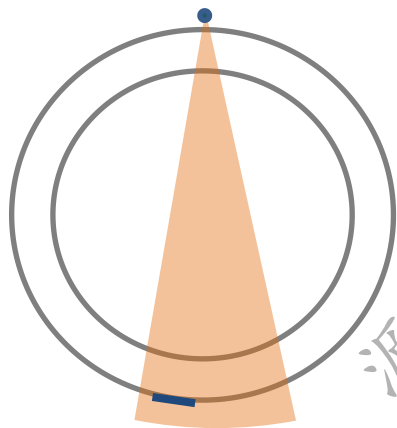
- A. 制作与被检工件材质、直径、壁厚相同的短试样
- B. 在源侧、片侧各放一个像质计，片侧放“F”标记，采用相同透照条件透照
- C. 所得底片上，以源侧灵敏度来确定片侧像质计所应达到的灵敏度。



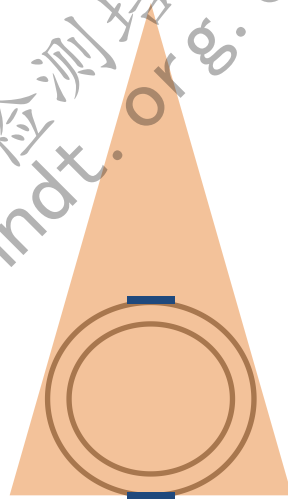
2.4.3 像质计

像质计的摆放（双壁透照）

- 双壁单影透照规定像质计放置在胶片侧；
- 双壁双影透照像质计可放置在源侧，也可放置在胶片侧。



双壁单影



双壁双影

2.4.3 像质计

像质计的识别

- ❑ 底片上能够识别的最细金属线的编号为像质计灵敏度值；
- ❑ 底片黑度均匀部位（一般是邻近焊缝的母材金属区）能清晰看到不小于10mm的连续金属线影像时，认为该金属线是可识别的；
- ❑ 专用等径线型像质计至少应能识别两根金属丝。



2.4.4 其他照相辅助器材

- ❑ 暗袋（暗盒）：放置胶片和增感屏
- ❑ 标记带：放置标记、像质计
- ❑ 屏蔽铅板：屏蔽后方散射线
- ❑ 中心指示器：指示射线方向，对准中心
- ❑ 其他辅助工具





射线检测

第二章 射线检测设备和器材

