



射线检测

第四章 射线透照工艺



4.4 散射线的控制

- ✓ 散射线的来源和分类
- ✓ 散射比的影响因素
- ✓ 散射线的控制措施

4.4.1 散射线的来源和分类

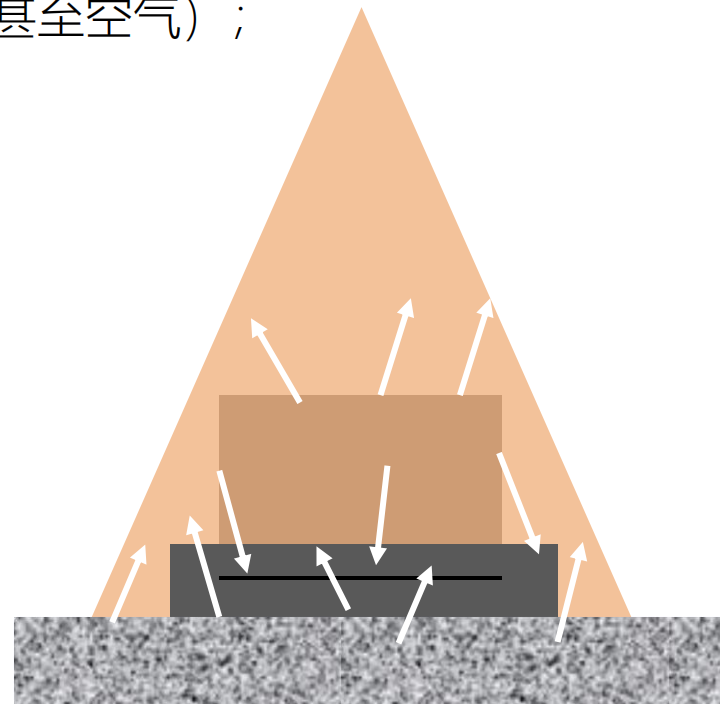
- ❑ 射线在穿透物质过程中与物质相互作用，会产生吸收和散射，其中散射主要是由康普顿效应造成的；
- ❑ 与一次射线相比，散射线能量减小，波长变长，方向改变；
- ❑ 散射比： $n = I_S/I_P$

散射源：产生散射线的物体称作散射源（如：试件、暗盒、墙壁、地面，甚至空气）；

- ❑ 凡是被射线照射到的物体都是散射源，最大的散射源是工件本身。

按散射方向对散射分类：

- ❑ 前散射：来自暗盒前面的散射；
- ❑ 背散射：来自暗盒背面的散射；
- ❑ **边蚀散射**：工件周围的射线向试件背后的胶片散射，或工件较薄部位向较厚部位散射。



4.4.1 散射线的来源和分类

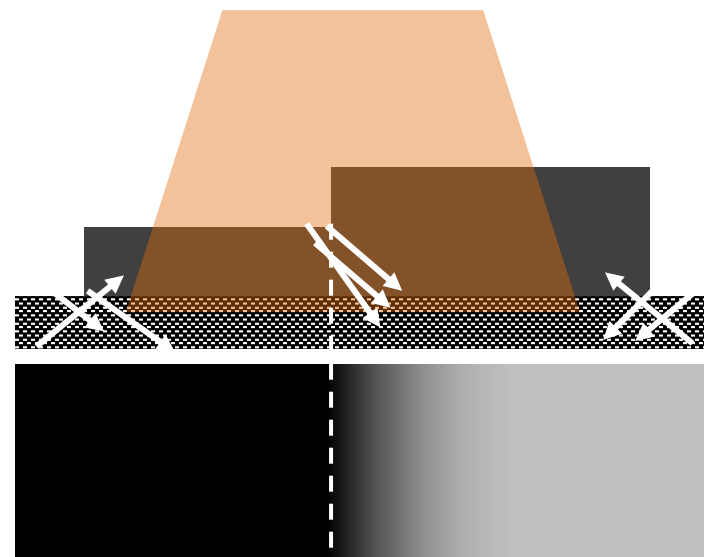
边蚀散射

边蚀散射（边蚀现象）：

- ❑ 工件周围的射线向试件背后的胶片散射，
- ❑ 工件中的较薄部位的射线向较厚部位散射（边界区）。

边蚀散射造成的影响：

- ❑ 边蚀散射会导致影像边界模糊，边界较厚处产生阴影，造成低黑度区域（工件较厚部位）的周边被侵蚀，面积缩小的所谓“边蚀”现象（也叫“内切”现象）；
- ❑ 最终导致边界处的较小缺陷难以发现。



4.4.2 散射比的影响因素

散射比: $n = I_s/I_p$

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{\mu \Delta T}{1 + n}$$

- 焦距 (F) : 实际使用的焦距范围内, 焦距的变化对散射比几乎没有影响;
- 照射场: 除非是用极小的照射场透照, 照射场大小对散射比几乎没有影响。
 - 当照射场较小时, 散射比随照射场的增大而增大, 当照射场直径超过50mm后, 即使照射场再增大, 散射比也基本保持不变。
- 能量 (E) : 工业射线照相应用范围内散射比随射线能量增大而变小; (散射线随能量增大而增大)
- 厚度 (T) : 相同射线能量下, 散射比随钢厚度增大而增大; 厚度变化会产生边蚀散射, 导致散射比增大;
- 焊缝余高: 对有余高的焊缝透照时, 焊缝中心部位的散射比高于同厚度的平板中的散射比, 随着能量的增大, 两者数值逐渐接近; 随焊缝宽度增大, 散射比将减小。

4.4.3 散射线的控制措施

散射线会使底片的灰雾增大，影像对比度降低，边蚀散射还会导致影像边界模糊，边界较厚处产生阴影，对射线照相质量是有害的；但实际上散射线是无法消除的，只能尽量减少。

散射线的控制措施（常规措施）

1、选择适合的射线能量：

- ❑ 散射比随射线的能量的增大而减小，可以通过提高射线能量的方法来减小散射比，特别是对厚度差较大的工件（如：余高较高的焊缝、小径管）；
- ❑ 射线能量只能适当提高，以免对主因对比度、固有不清晰度、颗粒度产生不利影响。

2、使用铅箔增感屏：

- ❑ 铅箔增感屏除了具有增感作用外，还具有吸收低能量散射线的的作用，使用铅箔增感屏是减少散射线的最方便、最经济、也是最常用的方法；
- ❑ 较厚的铅屏减少散射线的效果较好，但会使增感效率降低，因此铅屏也不能过厚；
- ❑ 实际铅箔增感屏厚度与射线能量有关（正相关），后屏的厚度一般大于前屏。

4.4.3 散射线的控制措施

散射线的控制措施（其他措施）

1、背防护铅板：

- ❑ 在暗盒后面加一块铅板，以屏蔽背散射线，
- ❑ 使用背防护铅板的同时仍需要使用铅箔增感屏后屏，否则背防护铅板被射线照射时激发的二次射线有可能到达胶片，对照相质量产生不利影响；
- ❑ 当暗盒背后近距离内没有导致强烈散射的物体时，可不使用背防护铅板。

2、铅罩和光阑：可以减小照射场范围，从而在一定程度上减小散射线；

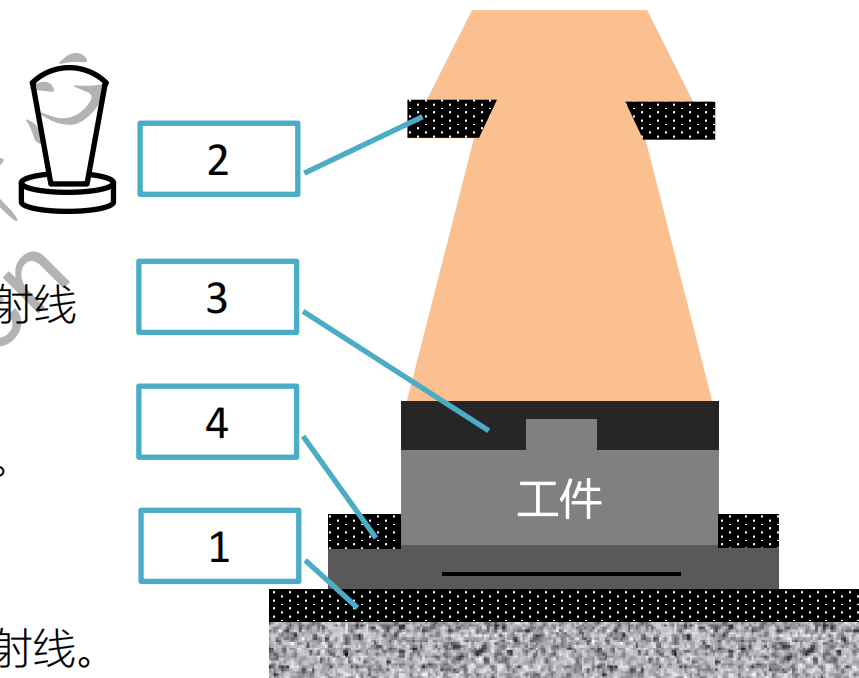
3、厚度补偿物：对厚度差较大的工件透照时，可采用厚度补偿措施，来减少散射线。

焊缝照相可使用厚度补偿块，形状不规则的小零件照相可使用流质吸收剂（醋酸铅加硝酸铅溶液），或金属粉末（铅粉、铁粉）作为厚度补偿物。

4、遮蔽物：当被透照的工件小于胶片时，应使用遮蔽物对直接处于射线照射的胶片进行遮蔽，以减少散射线。

遮蔽物一般用铅制作，也可使用钢铁和一些特殊材料（例如：钡泥）制作。

5、修磨试件：通过修整、打磨的方法减小工件厚度差，例如：检测重要焊缝时，将焊缝余高磨平，可明显减小散射比，获得更佳的照相质量。

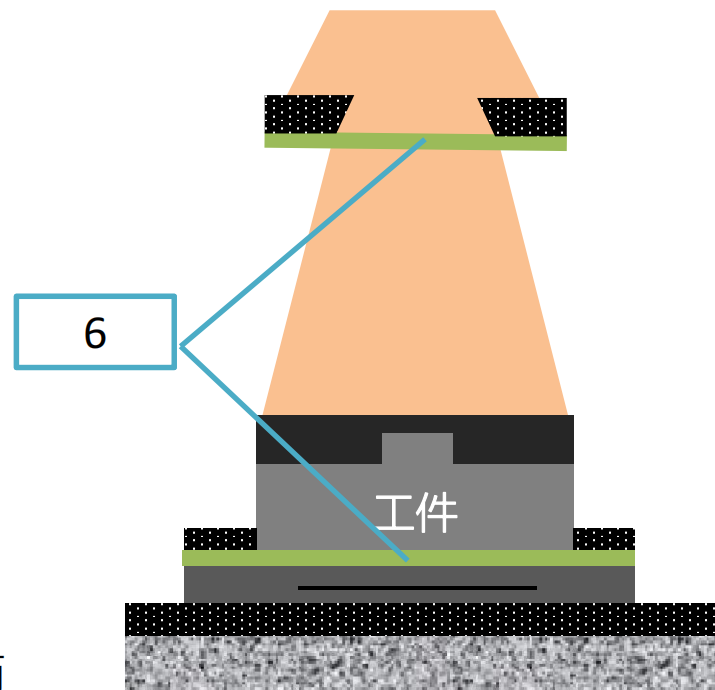


4.4.3 散射线的控制措施

散射线的控制措施（其他措施）

6、滤板

- 用法：在对厚度差较大的工件透照时，可以在X射线机窗口处加滤板；
 - 作用：X射线束中波长较长的射线吸收掉，使透过射线波长均匀，有效能量提高，从而减少边蚀散射；
 - 窗口滤板一般为黄铜、铅或钢制金属薄板，过厚的滤板对射线产生吸收作用而不是过滤作用，从而影响照相质量。
-
- 用法：在工件和胶片暗盒之间加过滤板，常用于Ir192和Co60 γ 射线照相或高能X射线照相；
 - 作用：过滤工件中产生的低能散射线，尤其当存在边蚀散射时，加滤板的作用更加明显；
 - 根据透照厚度不同，可选择0.5~2mm厚的铅箔或钢作为滤板。



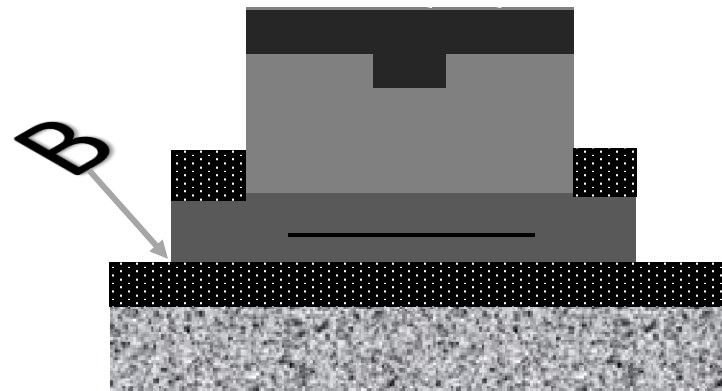
4.4.3 散射线的控制措施

背散射防护检查

对初次制定的检测工艺，以及检测条件、环境改变时，应进行背散射线防护检查。

(标准：5.11.2)

方法：在暗盒背面（与地面或台面之间）粘贴B铅字标记，然后进行透照和暗室处理。



A dark grey rectangular background with a light grey 'B' character in the center.

影像特点：底片上出现黑度低于周围背景黑度的B字影像，

结论：背散射防护不够，应增大背散射防护铅板的厚度。

——此时B起到了减少散射线效果，而周围区域因散射线作用，黑度更大。

A dark grey rectangular background with a light grey 'X' character on the left and a light grey 'B' character on the right.

影像特点：底片上没有出现B字影像，或出现黑度高于周围背景黑度的B字影像，

结论：背散射防护符合要求。

——B字更黑，说明铅字本身引起的散射线产生了附加增感。