



射线检测

第四章 射线透照工艺



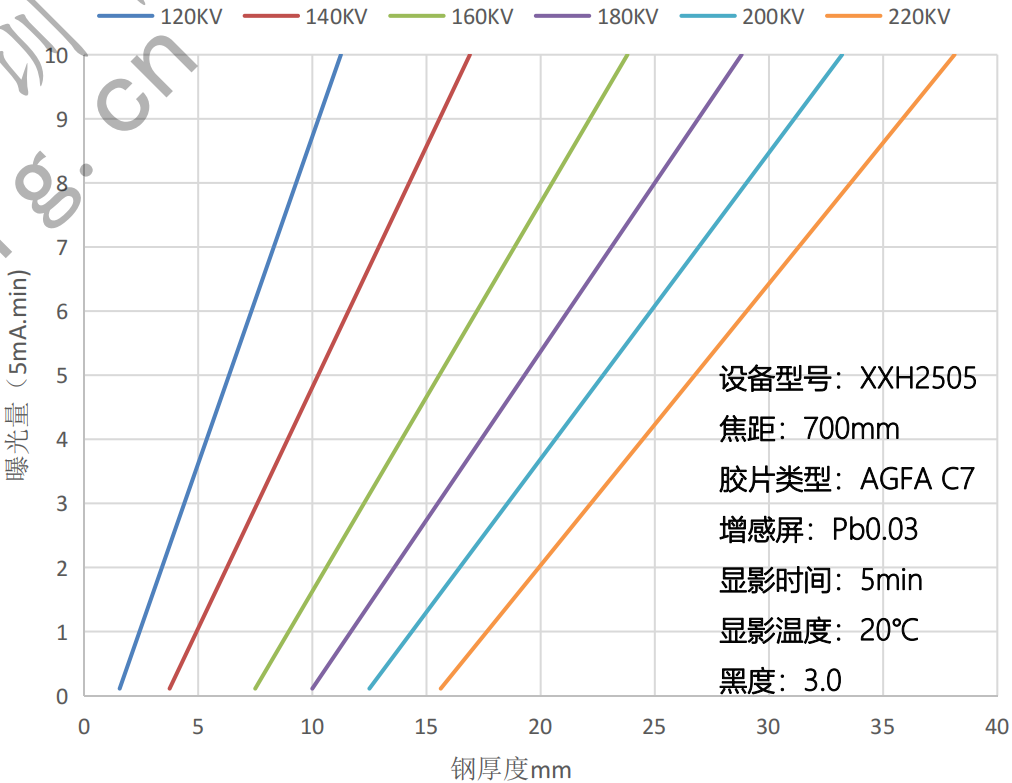
4.3 曝光曲线的制作及应用

- ✓ 曝光曲线的构成和使用条件
- ✓ 曝光曲线的制作
- ✓ 曝光曲线的使用

4.3 曝光曲线的制作及应用

■ **曝光曲线：**是表示工件（材质、厚度）与工艺规范（管电压、管电流、曝光时间、焦距、暗室处理条件等）之间相关性的曲线。

- 实际工作中，一般是通过查曝光曲线，根据工件材质、厚度来选择射线能量、曝光量以及焦距等工艺参数；
- 通常是把工件厚度、管电压、曝光量作为变量，其他条件固定；
- 曝光曲线必须通过试验获得，且每台X射线机的曝光曲线各不相同，不能通用。



曝光量-厚度曲线 (E-T)

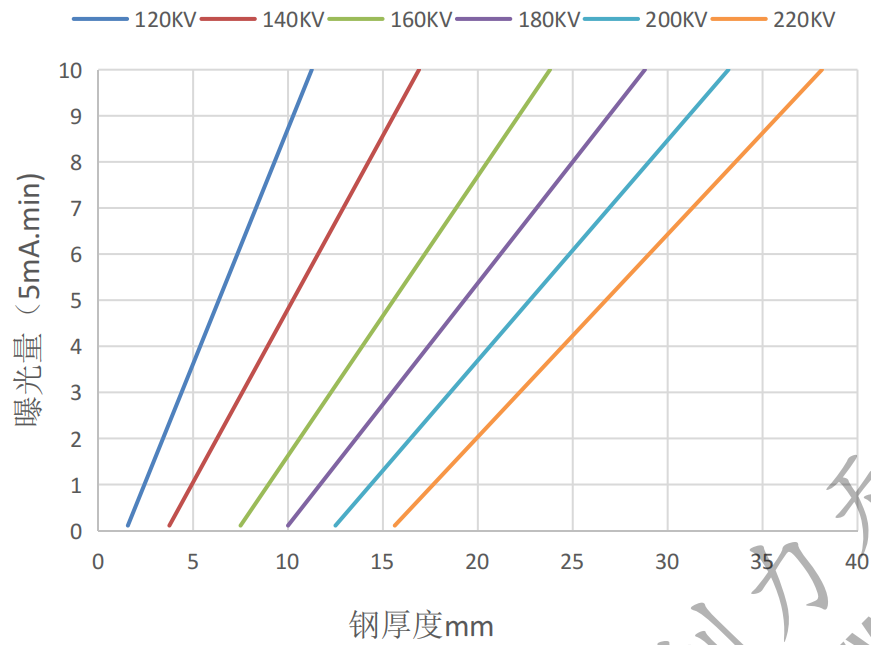
4.3 曝光曲线的制作及应用

原因

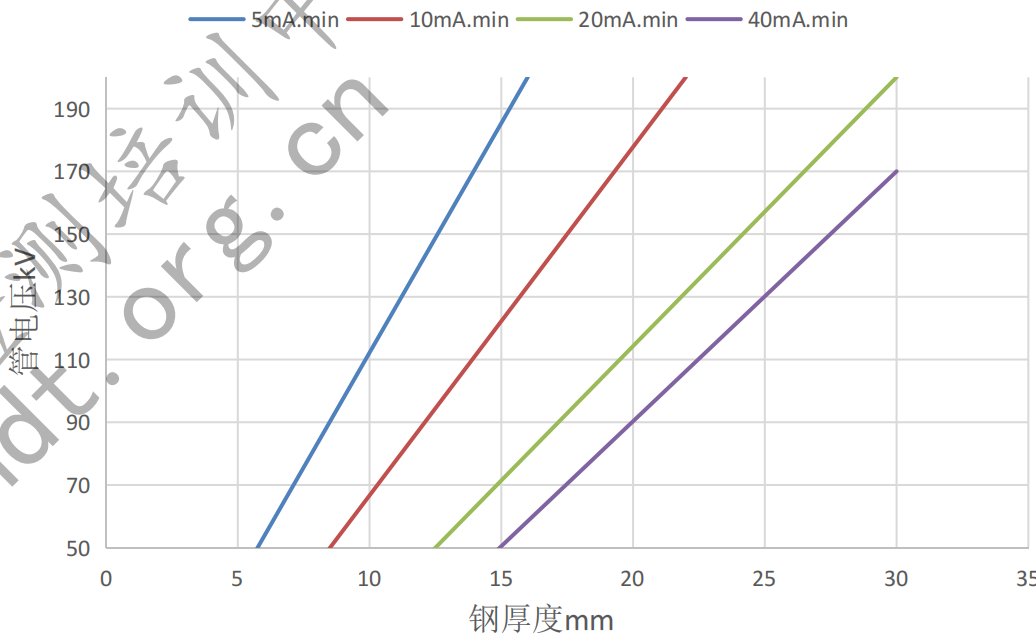
1. 电压波形不同，会影响管内电子飞向阳极的速度和数量；
2. X射线管本身的结构、材质不同，会影响射线从窗口射出时的固有吸收；
3. 管电压和管电流的测定误差；
4. 即使同一台X射线机，随着使用时间的增加，管灯丝和靶也会老化，从而引起射线照射率变化。

- 每台X射线机的曝光曲线各不相同，不能通用；即使管电压、管电流相同，如果不是同一台X射线机，其线质和照射率是不同的；即使同一台设备，他的曝光曲线也不是永远不变的；
- 因此，每台X射线机都应有曝光曲线，作为日常透照控制线质和照射率的依据，并且在实际使用过程中要根据具体情况适当修正；对使用中的曝光曲线每年至少应核查一次；射线设备更换重要部件或经较大修理后应及时对曝光曲线进行核查或重新制作。（标准：5.10）

4.3.1 曝光曲线的构成和使用条件



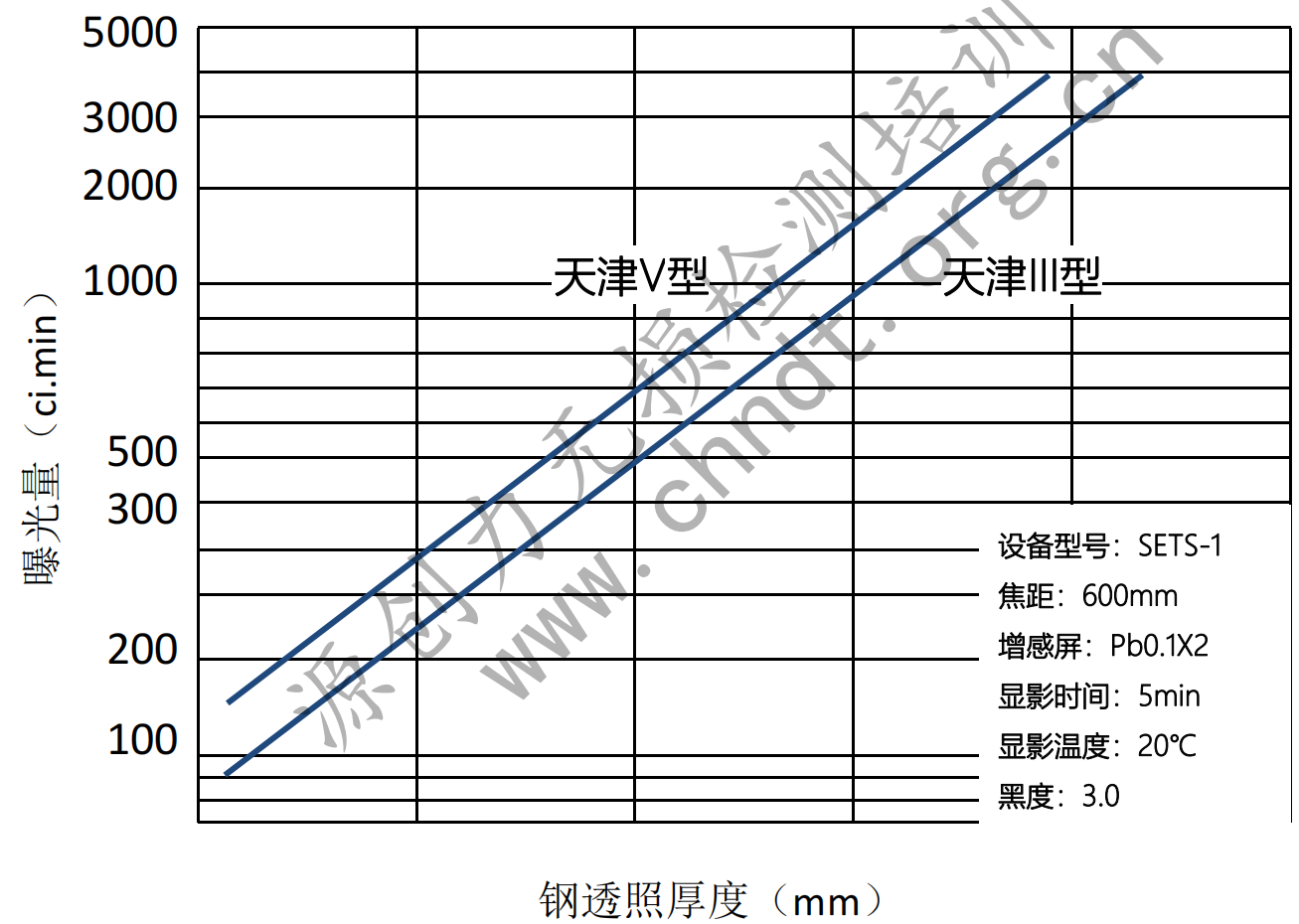
曝光量-厚度曲线 (E-T)



管电压-厚度曲线(KV-T)

4.3.1 曝光曲线的构成和使用条件

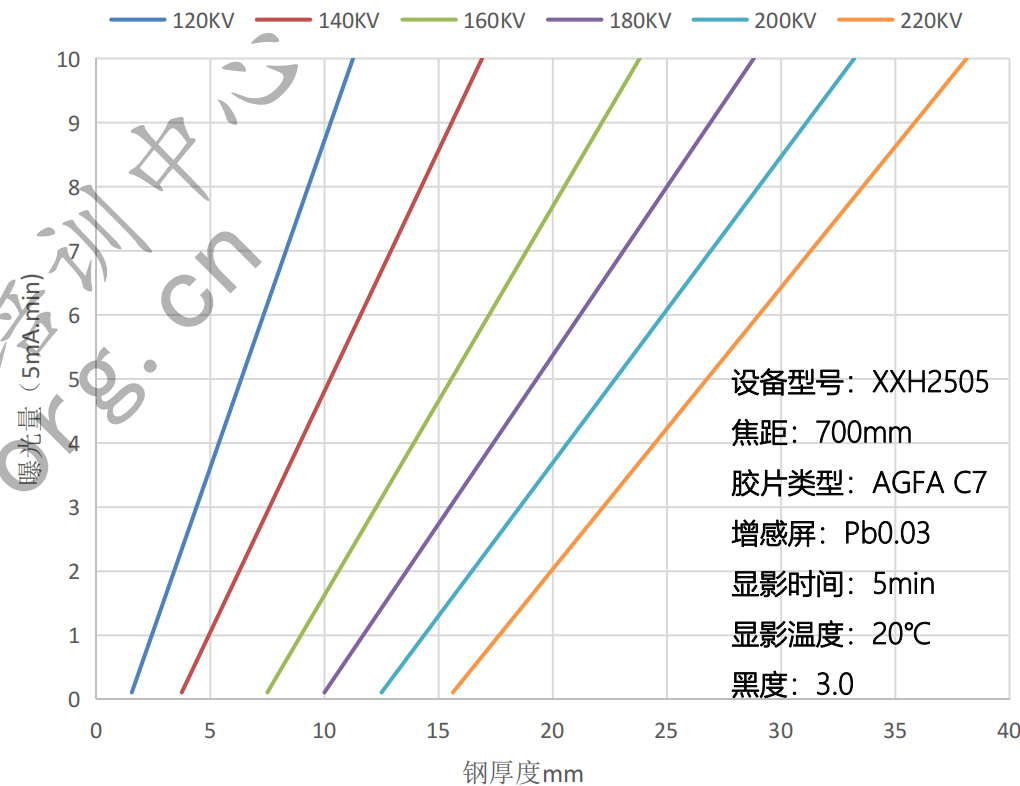
Se75 γ 射线曝光曲线图



4.3.1 曝光曲线的构成和使用条件

曝光曲线的使用条件：

- ✓ 固定的X射线机：高压发生线路、波形、焦点尺寸、滤波
- ✓ 固定焦距：常取600~800mm
- ✓ 固定胶片类：通常用C3/C4/C5胶片
- ✓ 固定增感方式（屏型、前后屏厚度）
- ✓ 固定冲洗条件（显影配方、温度、时间）
- ✓ 基准黑度（通常取 $D=3.0$ ）

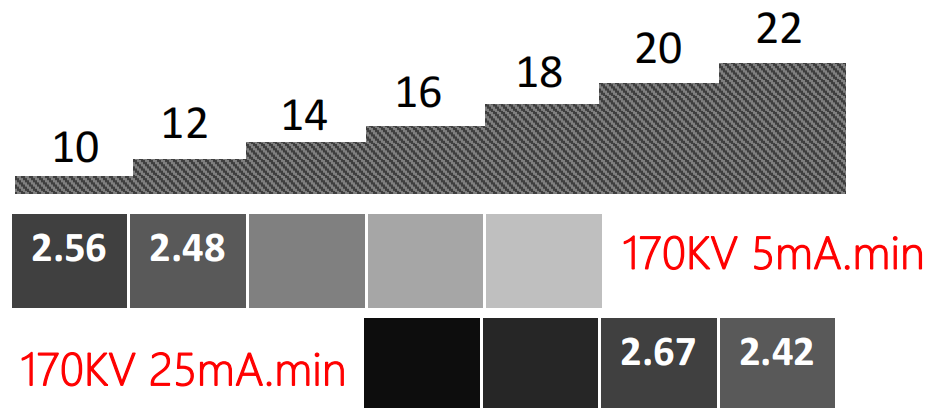


曝光量-厚度曲线 (E-T)

当实际拍片条件与制作曝光曲线的条件不一致时，必须对曝光量做修正；

曝光曲线一般只适用于透照厚度均匀的平板工件，对厚度变化较大的工件，如复杂的铸件，只能作为参考。

4.3.2 曝光曲线制作



1. 分别选择两个差别较大的曝光量（5mA.min和25mA.min，可使数据更分散）按给定的条件，用不同管电压逐次曝光（170KV 220KV 270KV）；
2. 将曝光后的胶片进行暗室处理；
3. 使用黑度计，找到基准黑度（2.5）附近的两个黑度点，记录下黑度值和对应的厚度值（D1/T1,D2/T2），填入表中（绿色区）；
4. 插值法计算基准黑度（2.5）对应的厚度值（T），并生成E-T曝光曲线。

X射线机E-T曝光曲线制作报告

1						
x射线机型号		XXHZ-3005		编号		X002
2						
管电压 (KV)		300		管电流(mA)		5
焦距(mm)		700		曝光量(mA.min)		5 25
胶片品牌		AGFA		胶片型号		C7
暗室处理方法		自动洗片机		冲洗时间(min)		12
显影/定影药液		G135/G335		显影温度(°C)		28
增感屏(前/后)		Pb0.03mm		基准黑度		2.5
3						
管电压(KV)	曝光时间(min)	黑度D ₁	厚度T ₁	黑度D ₂	厚度T ₂	由D-T曲线查出 D=2.5时厚度
170	1	2.48	12	2.56	10	11.5
	5	2.42	22	2.67	20	21.4
220	1	2.46	14	2.59	12	13.4
	5	2.40	26	2.65	24	25.2
270	1	2.44	18	2.54	16	16.8
	5	2.32	32	2.55	30	30.4

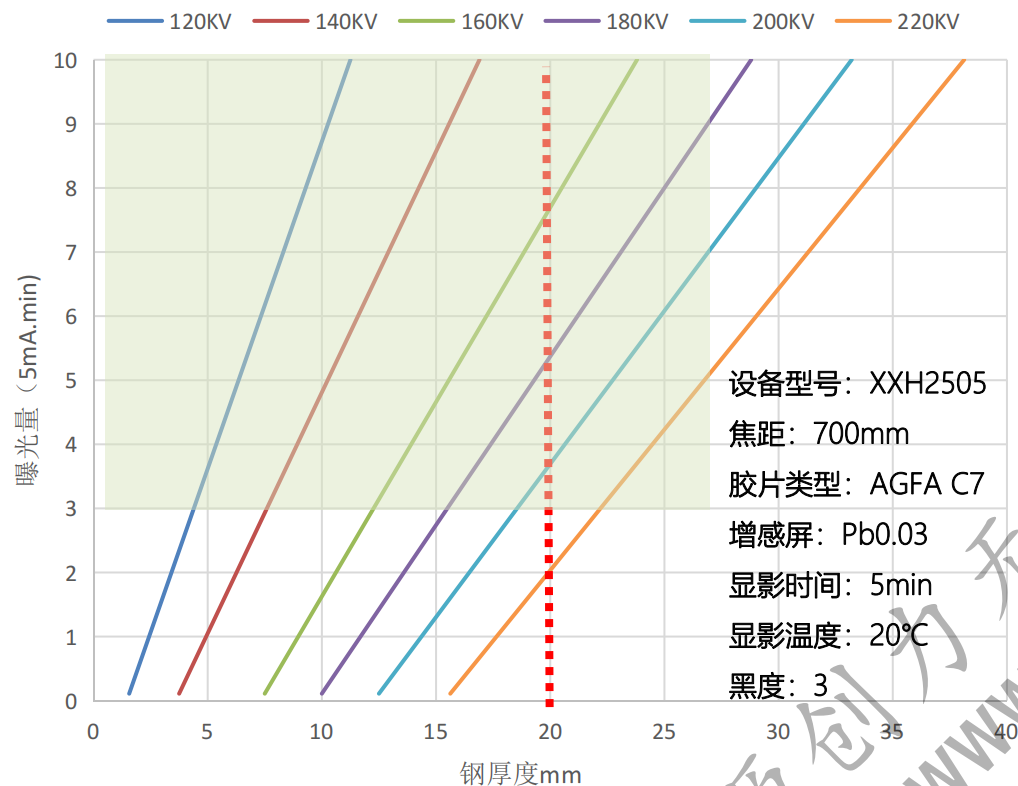
— 线性 (170) — 线性 (220) — 线性 (270)

管电压 (KV)	厚度 T (mm)	曝光量 (mA.min)
170	12	5
	22	25
	32	30.4
220	14	5
	26	25
	30	30.4
270	18	5
	30	25
	30.4	30.4

校验日期： 2022年11月30日 有效日期： 2023年11月30日

校验人： RT-II 审核人： RT-III

4.3.3 曝光曲线的使用



曝光量-厚度曲线 (E-T)

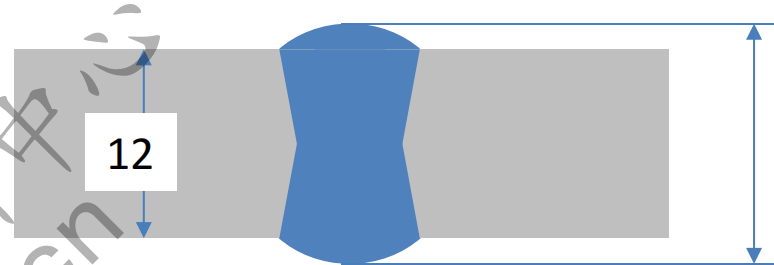
如透照厚度为20mm工件，可查到多组曝光参数

1. 220KV, 10mA.min (2x5)
2. 200KV, 18.5mA.min (3.7x5)
3. 180KV, 27.5mA.min (5.5x5)
4. 160KV, 38.5mA.min (7.7x5)

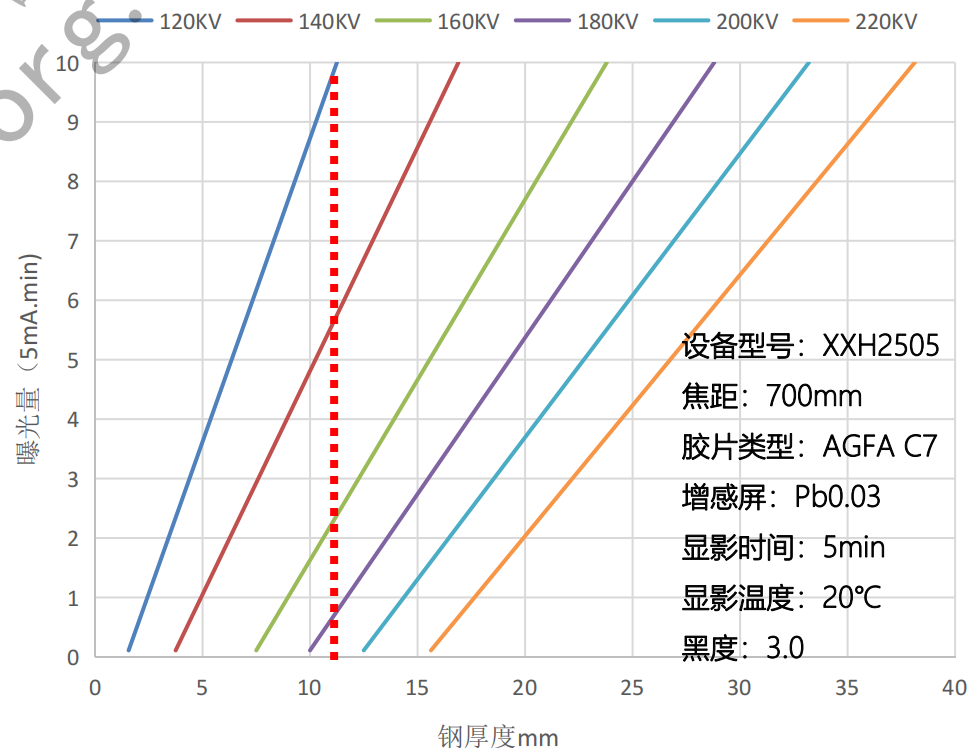
具体选择哪一组数据，则应根据工件厚度是否均匀，宽容度是否满足，以及照相灵敏度、工作时间、效率等因素，选择高能小曝光量的组合，还是选择低能大曝光量的组合。

4.3.3 曝光曲线的使用

对于有余高的焊接接头照相，射线穿透厚度有两个值，如透照母材厚度12mm的双面焊接接头，母材部位穿透厚度12mm，焊缝部位穿透厚度16mm，应该用哪个数值去查表呢？



- ❑ 根据标准AB级黑度范围：2.0~4.5之间。
- ❑ 如果曝光曲线基准黑度为3.5或更高，则以母材厚度12mm作为透照厚度，这样母材处黑度达到3.5时，焊缝处黑度会小于3.5，但也不至于太低。
- ❑ 如果曝光曲线基准黑度为2.5或更低，则以焊缝厚度16mm作为透照厚度，这样焊缝处黑度达到2.5时，母材处黑度会大于2.5，但也不至于太高。



曝光量-厚度曲线 (E-T)