

标准编号

GB 3323—87

《钢熔化焊对接接头 射线照相和质量分级》

使用 说 明



GB 3323 国标修订工作组

机械工业基础标准情报网

1987年11月

前 言

作为检查和评定焊接产品质量的重要标准之一，新修订的GB 3323--87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》国家标准，在各有关部门和单位的共同努力下，已经国家标准局于1987年7月13日以国标函〔1987〕282号文正式批准发布了。这项标准从原机械工业部第一次以JB 928--67制订贯彻以来，经过1982年又作为我国国家标准以GB 3323—82首次发布实施，受到我国焊接行业和无损检测射线探伤专业的普遍重视和关切。随着我国射线探伤工艺技术和生产应用的实践，并通过近几年对国外同类标准的研究和了解，我国各有关部门都迫切地要求进一步提高和完善原有的标准，通过这次修订，尽可能的综合地吸收了国外先进标准的长处，并结合我国实际情况和实践经验，使正确的射线探伤方法和合理的质量等级更紧密地结合起来。

新的标准发布后，国家劳动人事部锅炉局就立即组织了全国锅炉压力容器行业学习贯彻新标准的师资培训班，国家机械工业委员会所属的中国焊接协会组织了全国焊接行业和射线探伤人员学习贯彻新标准的宣贯会。为了更好地贯彻执行新的标准，满足生产应用的需要，标准修订工作组部分成员又做了大量工作，编制了标准的使用说明，对标准中的各项重要规定，作了统一的解释和较为详尽地说明，以尽力避免贯彻执行中产生不同的理解和认识。为此目的，我们将标准的编制情况、使用说明和标准报批稿以及有关的国外标准汇集成册，使大家更充分地了解标准修订工作情况，并正确理解和贯彻执行标准的各项规定。我们要感谢标准修订工作组的全体成员和单位，这本标准专辑是他们辛勤劳动的结果。我们希望各行各业各类焊接产品在贯彻实施这一新标准的过程中，不断地总结积累自己的经验，积极开展技术交流，为不断地完善和提高我国焊接产品质量标准化工作的水平做出更大的贡献。

在使用本标准专辑中，如发现问题，请径向标准修订工作组组长单位国家机械委哈尔滨焊接研究所标准科反映。单位地址：哈尔滨南岗区中兴路65号。

编者 1987年11月

本手册中引用的标准、规范仅作“参考资料”
使用，如需采用，必须以现行有效版本的标准、规
范为准。 院总工程师办公室 1997.10

目 录

GB 3323—87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》·····	(1)
GB 3323—87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》的制订情况·····	(18)
GB 3323—87《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》的使用说明·····	(28)
GB 5618—85《线型象质计》·····	(37)
JIS Z 3104—1968 钢焊接区射线探伤方法及底片等级分类法·····	(40)
DIN 54111 第一部分, 1977 金属材料焊缝的X射线和 γ 射线检验方法·····	(49)
DIN 54109—1, 1976 无损检验方法 金属材料射线照相的影象品质术语、透度计、 影象品质因素·····	(59)
DIN 54109—2, 1964 无损检测 金属材料射线照相的影象品质等级划分的准则···	(63)
DIN 54116—1, 1973 无损检测方法 射线透照底片的观察 观察条件·····	(65)
BS 2600 第一部分, 1973 钢对接焊缝的射线照相法检验·····	(67)
BS 2600 第二部分, 1973 钢对接焊缝的射线照相法检验·····	(77)
ISO建议 R 947—1969 壁厚50毫米(2英寸)以内钢管环缝熔化焊对接接头射线 照相检验推荐的方法·····	(85)
ISO建议 R 1027—1 9 6 9 射线影象质量指示计的规则与标记·····	(92)
ISO建议 R 1106—1972 厚度50毫米(2英寸)以内的钢板熔化焊对接接头射线检 验推荐方法·····	(95)
ISO 2405—1972 50~200毫米厚钢板熔化焊对接接头射线探伤推荐方法·····	(100)
ISO 2504—1973 焊缝的射线照相技术与底片的观察条件 ——推荐影象质量指示计(I, Q, I)的应用·····	(106)
ASME 标准 第V卷 无损检验 第二章 射线照相检验·····	(112)
ASME 标准 第V卷 无损检验 第22章 射线照相检查标准 射线照相试验的 推荐操作方法·····	(129)

GB 3323—87 《钢熔化焊对接

接头射线照相和质量分级》

1 引言

1.1 本标准规定2~200mm母材厚度钢熔化焊对接接头(以下称为焊缝)的x射线和γ射线照相方法以及焊缝的质量分级。

1.2 照相质量等级、照相范围和焊缝的质量等级,应按产品技术条件和有关的规定,也可以由设计、制造和使用单位根据产品的具体情况决定。

2 人员的要求

2.1 从事射线照相检验的人员必须持有国家有关部门颁发的,并与其工作相适应的资格证书。

2.2 评片人员的视力应每年检查一次。校正视力不得低于1.0并要求距离400mm能读出高为0.5mm,间隔为0.5mm的一组印刷体字母。

3 射线照相质量分级

按所需要达到的底片影象质量,射线照相方法分为A级(普通级)AB级(较高级)和B级(高级)。选用B级时,焊缝余高应磨平。

4 表面状态

焊缝及热影响区的表面质量(包括余高高度)应经外观检查合格。表面的不规则状态在底片上的图象应不掩盖焊缝中的缺陷或与之相混淆,否则应做适当的修整。

5 射线源和能量的选择

5.1 管电压400kV以下的x射线

应用400kV以下的x射线透照焊缝时,不同透照厚度 T_A 所允许的最高管电压(工作范围)见图1。

5.2 γ射线和高能x射线

r射线和1 MeV以上的x射线透照母材厚度的范围见表1。

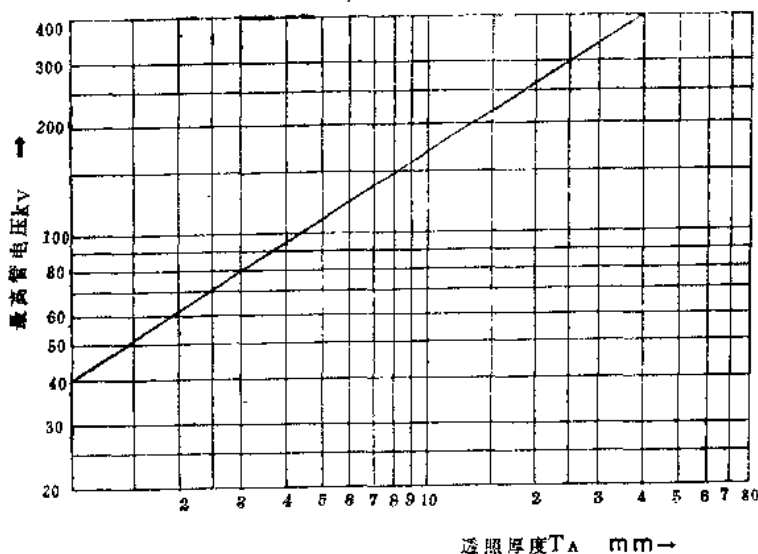


图1 透照厚度和允许使用的最高管电压

表1 γ 射线和1 MeV以上x射线透照厚度范围

mm

射线源	母材厚度 T		
	A级	AB级	B级
x射线 1 ~ 2 MeV	30~200	40~175	50~150
x射线 > 2 MeV	≥ 40	≥ 50	≥ 50
$I\gamma^{192}$	20~100	30~95	40~90
Co^{60}	40~200	50~175	60~150

注：采用内透法（中心法或偏心法）时，母材厚度可为表1下限值的1/2。

6 工业射线胶片和增感屏

6.1 胶片

胶片按银盐颗粒度由小到大的顺序，分为 J_1 、 J_2 、 J_3 三种，见表2。可按象质级别由高而低的顺序选用。

表2 胶片的类型

胶片类型	感光度	反差	粒度
J_1	低	高	细
J_2	中	中	中
J_3	高	低	粗

6.2 增感屏

射线照相采用金属增感屏或不用增感屏，金属增感屏的选用见表3，在个别情况下，可使用荧光增感屏或金属荧光增感屏，但只限于A级。

表3 增感屏的选用

mm

射线种类	增感屏材料	前屏厚度	后屏厚度
<120kV	铅	—	≥ 0.10
120~250kV		0.025~0.125	
250~400kV		0.05~0.16	
1~3 MeV		1.00~1.60	1.00~1.60
3~8 MeV	铜、铅	1.00~1.60	1.00~1.60
8~35 MeV	钽、钨、铅	1.00~1.60	—
$I\gamma^{192}$	铅	0.05~0.16	≥ 0.16
Co^{60}	铜、钢、铅	0.00~2.00	0.25~1.00

注：①钽屏或钨屏增感屏所获得的探伤灵敏度比铅屏高。

②使用铜屏或钢屏能获得最佳探伤灵敏度，但比使用铅屏所需曝光时间长。

6.3 胶片和增感屏的接触

胶片和增感屏在透照过程中应始终相互紧贴。

7 线型象质计

象质计是用来检查透照技术和胶片处理质量的。衡量该质量的数值是象质指数。它等于底片上能识别出的最细钢丝的线编号。

7.1 线型象质计的型号和规格

线型象质计的型号和规格应符合GB 5618—85《线型象质计》的规定。

7.2 象质计的选用

按照透照厚度和象质级别所需要达到的象质指数,选用GB 5618—85规定的R10系列的象质计,见表4。

透照厚度的确定见附录A。双壁单影的透照厚度应为单壁母材厚度加一个余高。

7.3 象质计的放置

线型象质计应放在射线源一侧的工件表面上被检焊缝区的一端(被检区长度的 $1/4$ 部位),钢丝应横跨焊缝并与焊缝方向垂直,细钢丝置于外侧。当射线源一侧无法放置象质计时,也可放在胶片一侧的表面上,但应通过对比试验,使实际象质指数值达到规定的要求。

7.3.1 采用射线源置于圆心位置的周向曝光技术时,象质计应放在内壁,每隔 90° 放一个。

7.3.2 对比试验的作法:截取一个与被检工件完全相同的短试块,在被检部位的内外表面端部各放一个象质计,采用与工件相同的透照条件进行透照。观察所得到的底片以确定相应的象质指数。

7.3.3 象质计放在胶片一侧工件表面上时,象质计应附加“F”标记,以示区别。

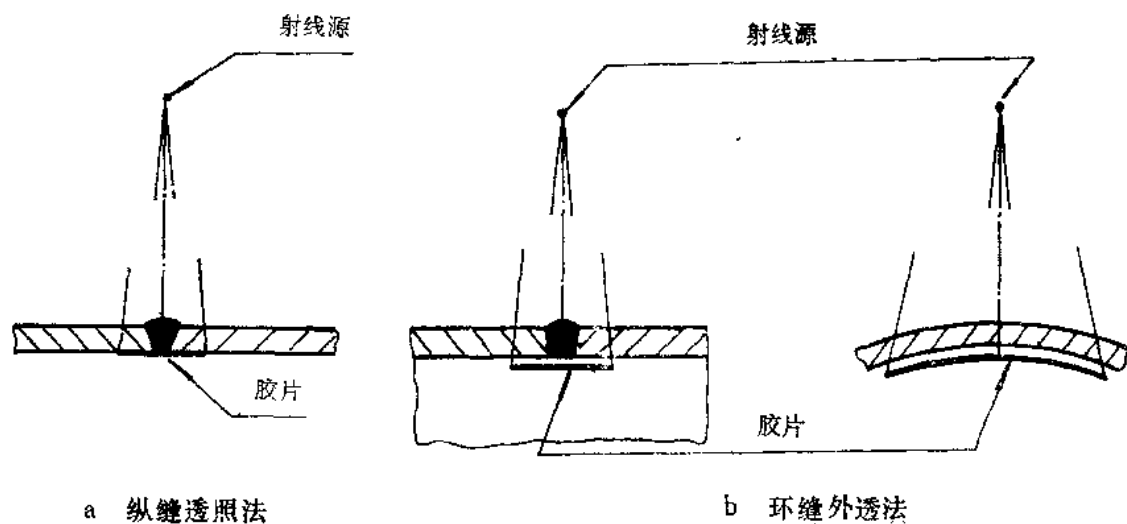
8 透照方法

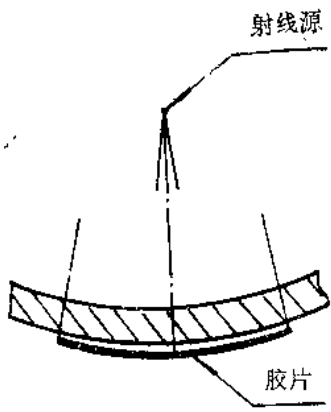
按射线源、工件和胶片之间的相互位置关系,透照方式为纵缝透照法、环缝外透法、环缝内透法、双壁单影法和双壁双影法五种见图2。

表4 象质计的选用

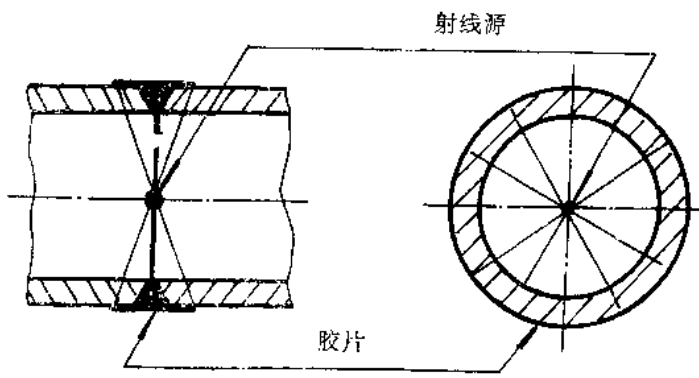
mm

要求达到的 象质指数	线直径	透照厚度 T_A		
		A 级	A B 级	B 级
16	0.100	—	—	≤ 6
15	0.125	—	≤ 6	$> 6 \sim 8$
14	0.160	≤ 6	$> 6 \sim 8$	$> 8 \sim 10$
13	0.200	$> 6 \sim 8$	$> 8 \sim 12$	$> 10 \sim 16$
12	0.250	$> 8 \sim 10$	$> 12 \sim 16$	$> 16 \sim 25$
11	0.320	$> 10 \sim 16$	$> 16 \sim 20$	$> 25 \sim 32$
10	0.400	$> 16 \sim 25$	$> 20 \sim 25$	$> 32 \sim 40$
9	0.500	$> 25 \sim 32$	$> 25 \sim 32$	$> 40 \sim 50$
8	0.630	$> 32 \sim 40$	$> 32 \sim 50$	$> 50 \sim 80$
7	0.800	$> 40 \sim 60$	$> 50 \sim 80$	$> 80 \sim 150$
6	1.000	$> 60 \sim 80$	$> 80 \sim 120$	$> 150 \sim 200$
5	1.250	$> 80 \sim 150$	$> 120 \sim 150$	
4	1.600	$> 150 \sim 170$	$> 150 \sim 200$	
3	2.000	$> 170 \sim 180$		—
2	2.500	$> 180 \sim 190$	—	
1	3.200	$> 190 \sim 200$		

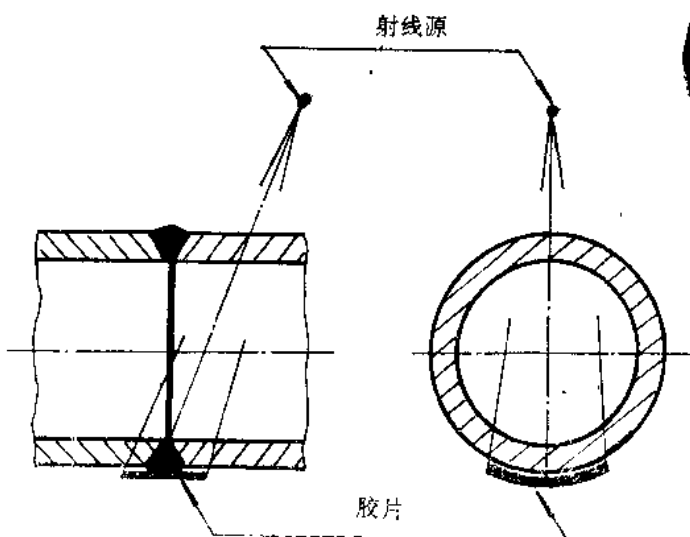




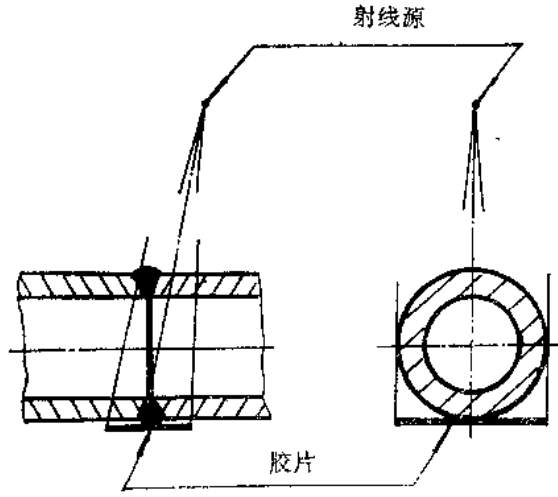
c 射线源不在部件中心



c₂ 射线源在部件中心
c 环缝内透法



d₁ 双壁单影法



d₂ 双壁双影法

图2 透照方式示意图



9 几何条件

9.1 射线源至工件表面距离 L_1 ， L_1/d 与工件表面至胶片距离 L_2 的关系如图3所示， L_1 的诸模图见图5和图6， d 为射线源有效焦点尺寸，可按附录B求出。

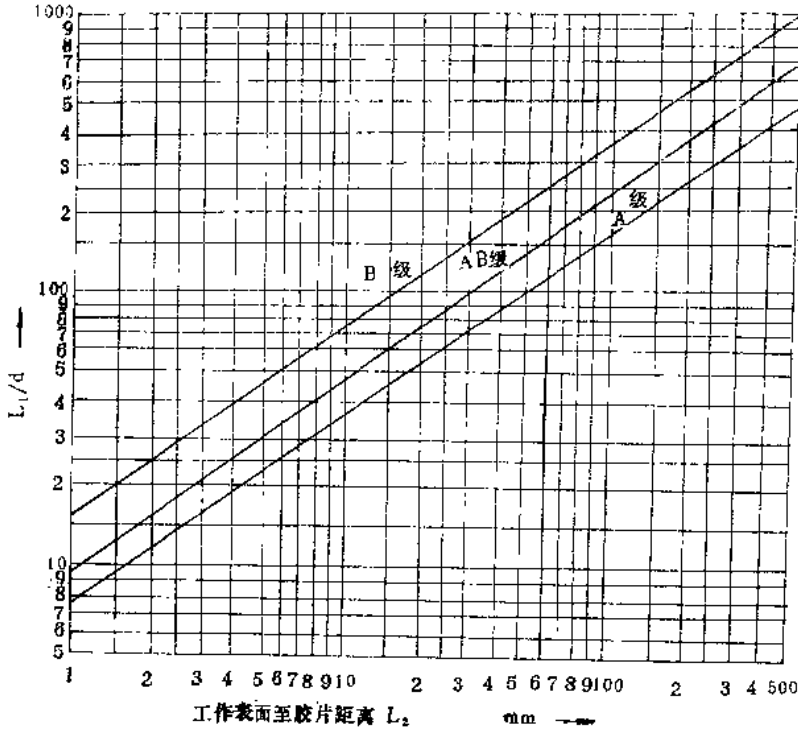
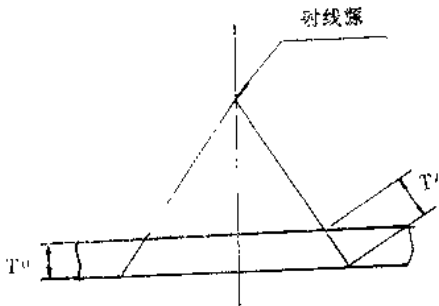


图3 工件表面至胶片距离 L_2 与最小 L_1/d 值的关系图

9.2 一次透照长度是指采用分段曝光时，每次曝光所检验的焊缝长度，并应符合14.1条和14.2条的规定。

9.3 焊缝的透照厚度比为 K ，见图4。环缝的A级和AB级 K 值一般不大于1.1，B级 K 值一般不大于1.06，纵缝的A级和AB级 K 值不大于1.03，B级 K 值一般不大于1.01。



$$K = \frac{T'}{T}$$

式中： T 母材厚度 mm；

T' 射线束斜向透照最大厚度 mm。

图4 焊缝透照厚度比示意图

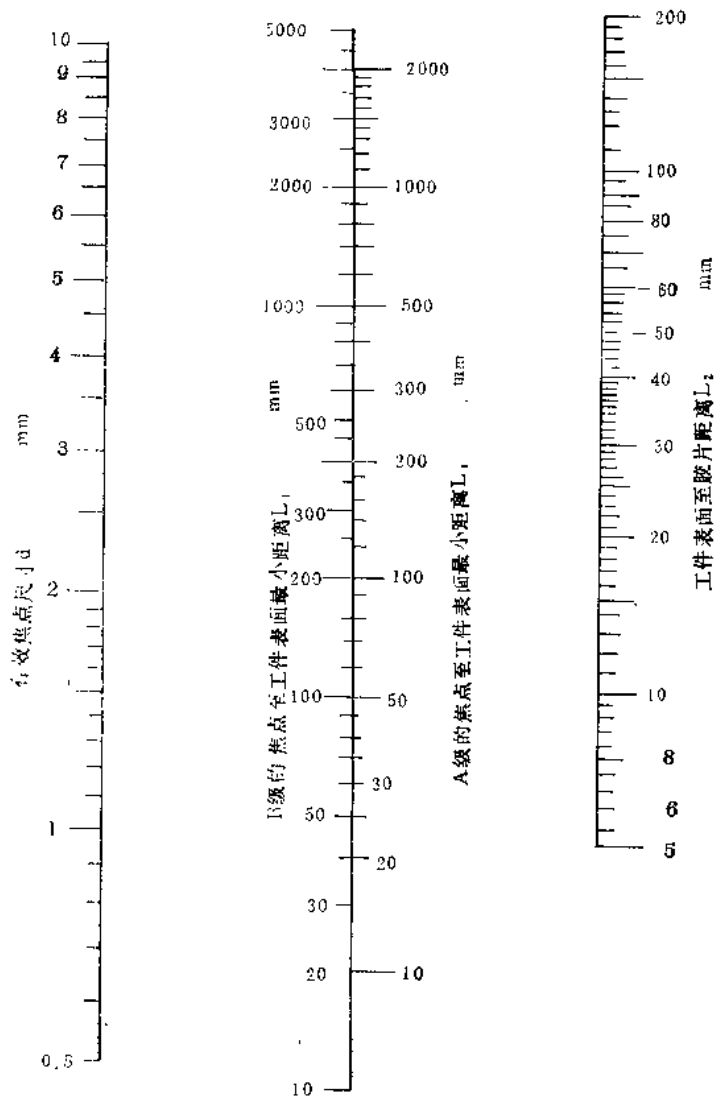


图5 确定焦点至工件距离的诺模图

9.4 射线束应指向被检部位的中心，并在该点与被检区平面或曲面的切面垂直，但需要时，也可从有利于发现缺陷的其它方向进行透照。如采用双壁透照法时，一般应使射线偏离焊缝轴线所在的平面进行倾斜透照，以免两侧焊缝影象重叠。

10 无用射线和散射线的屏蔽

10.1 为减少散射线的影象，应采用适当的屏蔽方法限制受检部位的照射面积。

10.2 为检查背散射，应在暗盒背面贴附一个“B”的铅字标记（B的高度为13mm，厚度为1.6mm）。若在较黑背景上出现“B”的较淡影象，说明背散射线防护不够，应予重照。如在较淡背景上出现“B”的较黑影象则不作为底片判废的依据。

11 定位标记和识别标记

11.1 定位标记

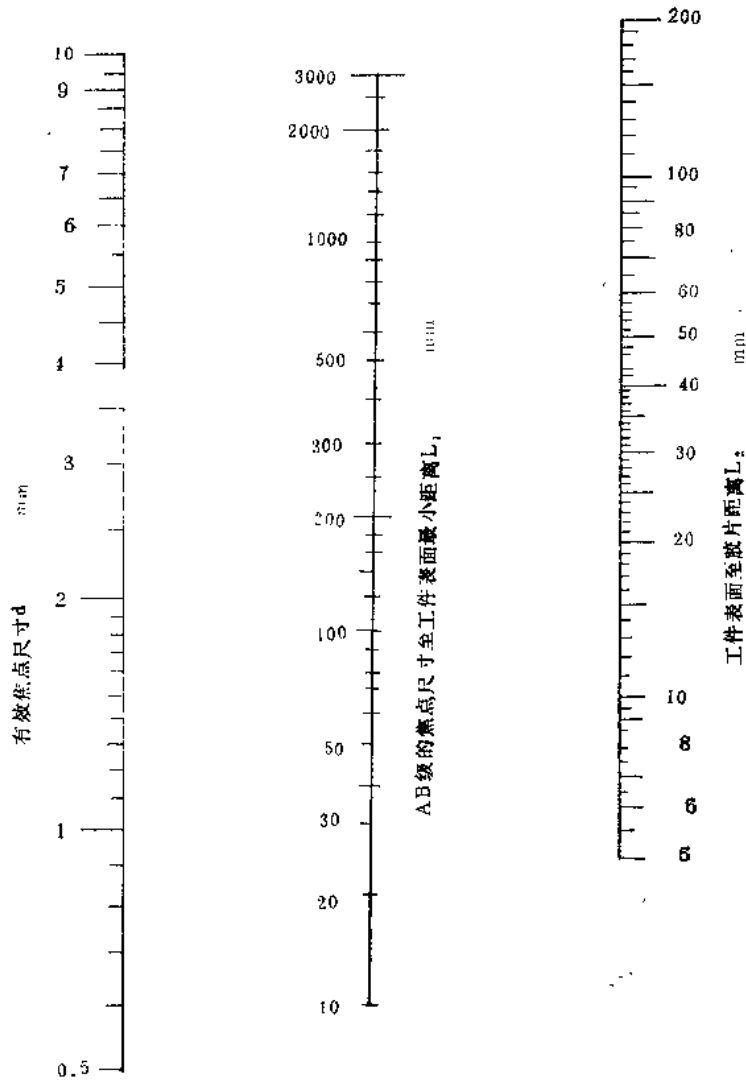


图6 确定焦点至工件距离的诺模图

表明焊缝透照部位的铅质定位标记包括中心标记(十)和搭接标记(↑)(当抽查时称为有效区段标记)

11.2 识别标记

被检的每段焊缝附近均应贴有下列铅质识别标记: 工件编号、焊缝编号和部位编号。返修透照部位还应有返修标记 R_1, R_2, \dots (其脚注1, 2, …指返修次数)。

11.3 标记位置

上述定位标记和识别标记均需在底片适当位置显示, 并离焊缝边缘至少5 mm。搭接标记的安放位置见附录C。

工件表面应作出永久性标记以作为对每张底片重新定位的依据, 工件不适合打印标记时, 应采用详细的透照部位草图和其它的有效方法标注。

12 曝光曲线

应根据设备、胶片和增感屏按具体条件制做或选用合适的曝光曲线, 并以此选择曝光规范。

为达到规定的底片黑度，曝光量推荐选用不低于 $15\text{mA}\cdot\text{min}$ 以防止用短焦距和高管电压所引起的不良影响。

13 胶片处理

胶片的处理应按胶片说明书或公认的有效方法处理。处理溶液应保持在良好的状况中，应注意温度、时间和抖动对冲洗效果的影响。自动冲洗时，还应精确控制传送速度及药液的补充。

14 底片质量

14.1 黑度

选择的曝光条件应使底片有效评定区域内的黑度均满足表5的要求。

表5 底片的黑度范围

射线种类	底片黑度 D		灰雾度 D_0
x射线	A级	1.2~3.5	≤ 0.3
	AB级		
	B级	1.5~3.5	
γ 射线	1.8~3.5		

注：表中 D 值包括了 D_0 值

14.2 象质指数

底片上必须显示的最小钢丝直径与相应的象质指数见表4。

14.3 影象识别要求

底片上的象质计影象位置正确，定位标记和识别标记齐全，且不掩盖被检焊缝影象。

在焊缝影象上，如能清晰地看到长度不小于10mm的象质计钢丝影象，就认为是可识别的。

14.4 不允许的假象

底片有效评定区域内不应有因胶片处理不当引起的缺陷或其它妨碍底片评定的缺陷。

15 底片的观察

15.1 评片环境

评片应在专用评片室内进行。评片室内的光线应暗淡，但不要全暗，室内照明用光不得在底片表面产生反射。

15.2 观片灯

观片灯应有观察底片最大黑度为3.5的最大亮度，且观察的漫射光亮度可调。对不需要观察或透光量过强的部分应采用适当的遮光板以屏蔽强光。经照明后的底片亮度应不小于 $30\text{cd}/\text{m}^2$ 。为能观察最大黑度为3.5的底片，观片灯的最大亮度应不小于 $100\ 000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

16 焊缝质量分级

16.1 根据缺陷的性质和数量，焊缝质量分为四级。

16.1.1 I级焊缝内应无有裂纹、未熔合、未焊透和条状夹渣。

16.1.2 II级焊缝内应无有裂纹、未熔合和未焊透。

16.1.3 III级焊缝内应无裂纹、未熔合以及双面焊和加垫板的单面焊中的未焊透。不加垫板的单面焊中的未焊透允许长度按表10条状夹渣长度的III级评定。

16.1.4 焊缝缺陷超过III级者为IV级。

16.2 圆形缺陷的分级

16.2.1 长宽比小于或等于3的缺陷定义为圆形缺陷。它们可以是圆形、椭圆形、锥形或带有尾巴（在测定尺寸时应包括尾部）等不规则的形状。包括气孔、夹渣和夹钨。

16.2.2 圆形缺陷用评定区进行评定，评定区域的大小见表6。评定区应选在缺陷最严重的部位。

表6 缺陷评定区 mm

母材厚度 T	≤ 25	$> 25 \sim 100$	> 100
评定区尺寸	10×10	10×20	10×30

16.2.3 评定圆形缺陷时应将缺陷尺寸按表7换算成缺陷点数，见表7。

表7 缺陷点数换算表

缺陷长径 mm	≤ 1	$> 1 \sim 2$	$> 2 \sim 3$	$> 3 \sim 4$	$> 4 \sim 6$	$> 6 \sim 8$	> 8
点数	1	2	3	6	10	15	25

16.2.4 不计点数的缺陷尺寸见表8。

表8 不计点数的缺陷尺寸 mm

母材厚度 T	缺陷长度
≤ 25	≤ 0.5
$> 25 \sim 50$	≤ 0.7
> 50	$\leq 1.4\% T$

16.2.5 当缺陷与评定区边界线相接时，应把它划为该评定区内计算点数。

16.2.6 当评定区附近缺陷较少，且认为只用该评定区大小划分级别不适当时，经供需双方协商，可将评定区沿焊缝方向扩大到3倍，求出缺陷总点数，用此值的1/3进行评定。可扩大评定区的处理办法见附录D。

16.2.7 圆形缺陷的分级见表9。

表 9 圆形缺陷的分级

质量等级	评定区	10×10		10×20		10×30	
	母材厚度 mm	≤10	>10~15	>15~25	>25~50	>50~100	>100
I	mm	1	2	3	4	5	6
II		3	6	9	12	15	18
III		6	12	18	24	30	36
IV		缺陷点数大于 III 级者					

注：表中的数字是允许缺陷点数的上限。

16.2.8 圆形缺陷长径大于 $1/2 T$ 时，评为 IV 级。

16.2.9 I 级焊缝和母材厚度等于或小于 5 mm 的 II 级焊缝内不计点数的圆形缺陷，在评定区内不得多于 10 个。

16.3 条状夹渣的分级

16.3.1 长宽比大于 3 的夹渣定义为条状夹渣。

16.3.2 条状夹渣的分级见表 10。

表 10 条状夹渣的分级

mm

质量等级	单个条状夹渣长度	条状夹渣总长
I	$T \leq 12$; 4 $12 < T < 60$; $\frac{T}{3}$ $T \leq 60$; 20	在任意直线上，相邻两夹渣间距均不超过 $6 L$ 的任何一组夹渣，其累计长度在 $12 T$ 焊缝长度内不超过 T 。
II	$T \leq 9$; 6 $9 < T < 45$; $\frac{2}{3} T$ $T \leq 45$; 30	在任意直线上，相邻两夹渣间距均不超过 $3 L$ 的任何一组夹渣，其累计长度在 $6 T$ 焊缝长度内，不超过 T 。
IV	大于 III 级者	

注：(1) 表中“ L ”为该组夹渣中最长者的长度。

(2) 长宽比大于 3 的长气孔的评级与条状夹渣相同。

(3) 当被检焊缝长度小于 $12 T$ (II 级) 或 $6 T$ (III 级) 时，可按比例折算。当折算的条状夹渣总长小于单个条状夹渣长度时，以单个条状夹渣长度为允许值。

16.4 综合评级

在圆形缺陷评定区内，同时存在圆形缺陷和条状夹渣或未焊透时应各自评级，将级别之和减 1 作为最终级别。

17 钢管熔化焊对接接头射线照相方法和焊缝质量分级的补充规定见附录E。

18 射线照相检验报告及底片的存档

18.1 射线照相检验后，应对检验结果及有关事项进行详细记录并写出检验报告。其主要内容应包括：产品名称、检验部位、检验方法、透照规范、缺陷名称、评片等级、返修情况和透照日期等。

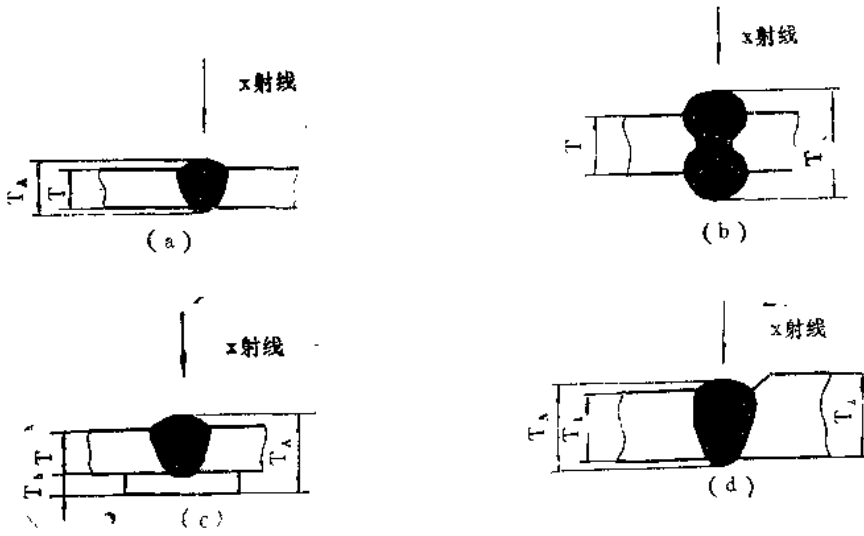
18.2 底片及经有关人员签字的原始记录和检验报告必须妥善保存5年以上，以备随时查核。

19 射线照相的防护

射线照相的防护应符合GB 4792—84《放射卫生防护基本标准》的有关规定。

附 录 A
熔化焊对接接头透照厚度
(补充件)

透照厚度应按图A所示部位实测值确定，如实测有困难时，可按表A确定。



图A 透照厚度示意图

表A 对接接头的透照厚度 mm

母材厚度	焊缝余高	透照厚度 T_A
T		T
T	单面	$T+2$
T	双面	$T+4$
T	单面(附垫板)	$T+2+T_1$

图A和表A中： T 、 T_1 、 T_2 ——母材厚度；

T_0 ——垫板厚度。

母材厚度均为公称厚度。对接接头中母材厚度不同时，取薄的厚度作为母材厚度。

附录 B

有效焦点尺寸的计算

(补充件)

焦点的光学尺寸与下列任一理想焦点尺寸相似，在计算焦点至工件距离时，按下列公式计算有效焦点尺寸 d (单位为mm)。

方形焦点：

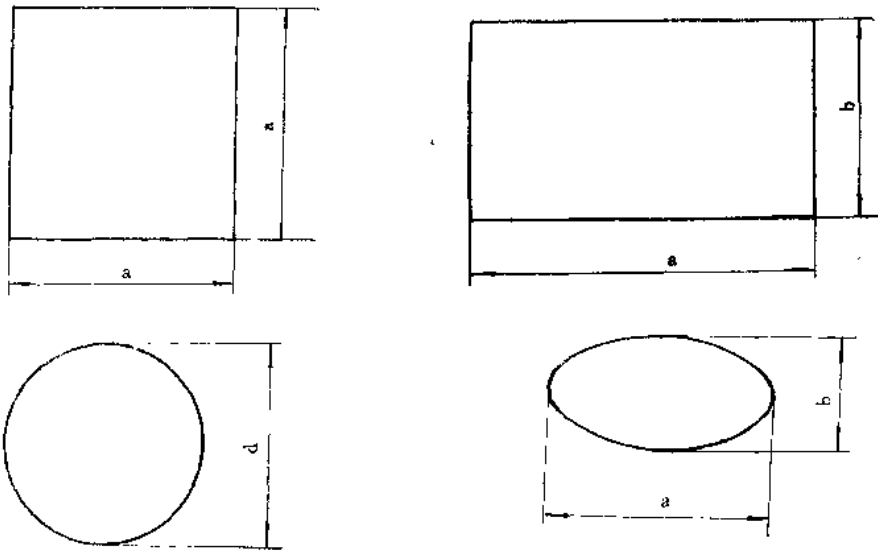
$$d = a \quad \dots\dots (1)$$

长方形焦点和椭圆形焦点：

$$d = \frac{a+b}{2} \quad \dots\dots (2)$$

圆形焦点：

$$d \quad \dots\dots (3)$$



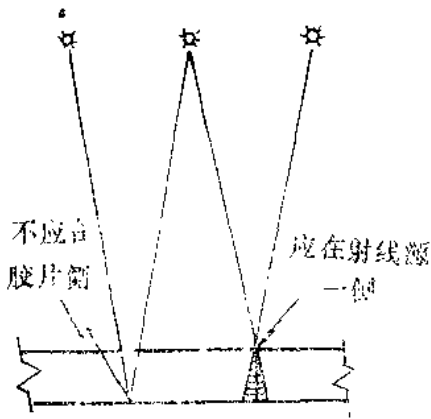
图B 计算焦点尺寸示意图

附录 C

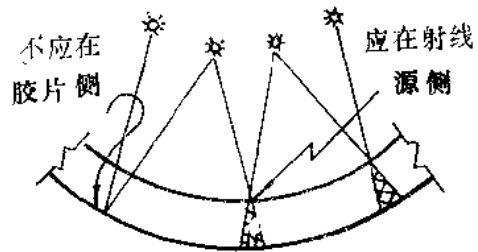
搭接标记的安放位置

(补充件)

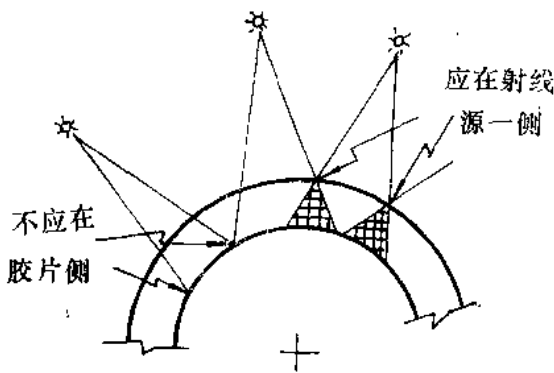
钢熔化焊对接接头射线照相搭接标记的安放位置如下。



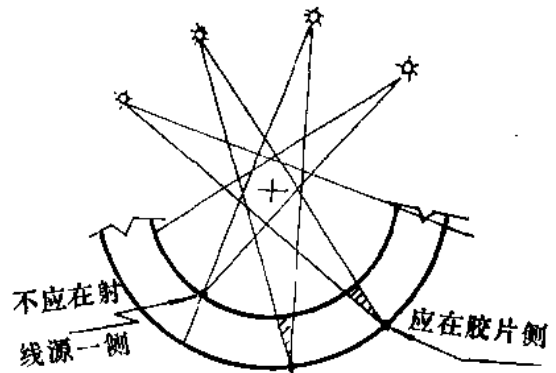
图C₁ 平面部件或纵焊缝



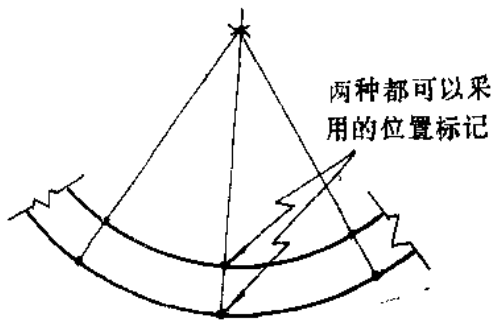
图C₂ 射线源到胶片距离小于曲率半径的曲面部件



图C₃ 凸面朝向射线源的曲面部件



图C₄ 射线源到胶片距离大于曲率半径的曲面部件



图C₅ 射线源在曲率中心的曲面部件

附录 D

可扩大评定区的处理办法 (补充件)

D1 当评定区内缺陷点数超过规定的级别，且不超过图D中规定的上限值，附近的缺陷