

中国工程建设标准化协会标准

# 建筑安装工程金属熔化焊焊缝 射线照相检测标准

CECS70:94

主编单位：中国工程建设标准化协会结构焊接委员会  
批准单位：中国工程建设标准化协会  
批准日期：1994年12月26日

## 前 言

由中国工程建设标准化协会结构焊接委员会主编的“建筑安装工程金属熔化焊焊缝射线照相检测标准”及“工程建设施工现场焊接目视检验规范”两项标准，经广泛征求有关单位意见，并经有关专家审查通过。现批准“建筑安装工程金属熔化焊焊缝射线照相检测标准”（CECS70:94）及“工程建设施工现场焊接目视检验规范”

（CECS71:94）为中国工程建设标准化协会标准。

该两项标准在执行过程中，希望各单位认真总结经验，注意积累资料，如发现有需要修改或补充之处，请将意见寄交中国工程建设标准化协会结构焊接委员会（地址：河北省石家庄市化工部管理干部学院，邮政编码：050031）。

中国工程建设标准化协会

1994年12月26日

## 1 总 则

1.0.1 本标准适用于建筑安装工程及检修工程金属熔化焊焊缝射线照相检测。

1.0.2 执行本标准时，还应遵守有关国家标准及专业标准的规定。

1.0.3 在技术文件或合同中确认使用本标准时，应执行本标准的所有规定。如只在射线照相检测工作中采用本标准的部分规定内容，不能视为执行了本标准。

## 2 一 般 规 定

### 2.1 射线照相检测单位的条件

2.1.1 检测单位应具备下述全部条件，方具备从事建筑安装工程射线照相检测工作的资格。

2.1.2 具有可以在工程施工现场使用，并充分满足被检验工件最大透照厚度需要的 X 射线或其它射线源，胶片处理暗室设施，底片观察设施。

2.1.3 具有从事射线照相检测的照相人员及底片评定人员，其中最少有二名照相人员及一名底片评定人员应取得相应的工作资格。

2.1.4 从事射线照相检测的单位如有伪造记录、报告等行为，在作出检查并制定出改进措施前不得在工程建设施工现场从事射线照相检测工作。

### 2.2 射线照相检测工作人员条件

2.2.1 从事射线照相检测的工作人员，在工作前应经过系统培训，必须掌握其所从事射线照相检测工作相应的技术知识及建筑安装工程金属熔化焊接基本知识。

2.2.2 射线照相检测人员必须持有与其工作对应的、由国家授权部门颁发的工作资格证书。涉外工程应取得合同规定的射线照相检测资格认证。

2.2.3 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 的一组印刷字母。

2.2.4 射线照相检测人员必须执行本标准的规定，一经发现故意违犯本标准规定者，应在其改正前取消其射线照相检测工作资格。

### 2.3 射线照相检测工作程序

2.3.1 由要求检测的单位（如施工单位工程质量

检查部门、建设单位或工程监理单位的工程质量监察部门等）向检测单位发出书面委托书。委托书中应说明被检测工程名称、设计图样名称及编号、工程执行的标准、检测数量，有需要时尚应说明被检测焊接的位置及在工序中检测工作进行的时间。

2.3.2 检测单位在接受委托后，应按照相关工程标准及设计图样规定，被检工件的材料、壁厚，焊接接头结构，被检测焊缝的空间位置以及施工现场条件等，制定书面射线照相检测程序。书面程序应包含下列内容：

- (1) 工件材料厚度及结构草图；
- (2) 使用 X 射线机的型号或同位素源；
- (3) 射线源的焦点尺寸；
- (4) 曝光条件：管电压、管电流、曝光时间；
- (5) 胶片类型；
- (6) 放射源距胶片距离；
- (7) 透照方式；
- (8) 增感屏及增感方式；
- (9) 定位及识别标记符号及标记方法；
- (10) 像质计的种类、数量及安放位置；
- (11) 屏蔽措施。

### 2.4 射线照相检测焊缝的数量

2.4.1 射线照相检测数量应符合相关工程标准、设计图样的规定，或工程合同的有关规定。工程施工单位为检查控制焊接工艺实施及焊工操作水平而进行的射线照相检测，数量自行决定。

2.4.2 焊缝局部射线照相检测数量规定按焊工所焊焊缝总长或管道焊口数比率计量时，不足 250mm 焊缝长度或一个焊口的，应按 250mm 焊缝长度或一个焊口进行射线照相检测。如规定按工程结构焊缝总长或管线焊口总数计数计量时，检测除满足数量要求外，检测焊缝还应包含参加该工程结构或管线焊接的每一个焊工焊接的焊缝。

2.4.3 由于结构或现场其它条件的限制无法满足全部焊缝或规定的局部焊缝射线照相检测数量时，应由检测单位提出，说明不能实施射线照相检测的焊缝位置及原因，由要求检测的单位决定修改意见，并向检测单位发出变更检测的通知。

2.4.4 要求检测的单位如认为有必要增加射线照相的检测数量时，应下达增加检测数量的委托书。

## 2.5 局部射线照相检测焊缝位置

2.5.1 局部射线照相检测焊缝位置的确定，应根据相关工程标准、设计图样及工程合同的规定。

2.5.2 当无明确规定时，检测焊缝位置应按下述原则确定：

- (1) 在容易发生焊接缺陷的部位；
- (2) 在结构中接头受力恶劣的部位；
- (3) 在隐蔽工程及工程完工后不可及的部位；

(4) 在满足以上要求时，检测焊缝位置应力求分散，以使检测结果有更好的代表性。

2.5.3 检测焊缝位置应由检查员或要求检测单位授权的人员决定，不得由施工人员或射线照相人员自行决定。

2.5.4 由于结构及现场条件的限制，无法在检查员指定的位置进行射线照相时，应由原指定位置的人员作出变更，重新指定检测焊缝位置。

## 2.6 射线照相检测焊缝应具备的条件

2.6.1 射线照相检测焊缝应通过外观检查后方可进行射线照相检测。

2.6.2 射线照相检测焊缝表面应进行清理，所有可能影响焊缝底片影像的焊缝外侧及内侧可及处表面的突起部分应打磨干净，如相关工程标准、设计图样对焊缝的表面有更高要求时，应达到要求后方可进行射线照相。

2.6.3 射线照相检测焊缝清理部分的长、宽至少为照相底片长、宽的2倍。

2.6.4 应在指定射线照相检测焊缝位置用钢印或相关工程标准、设计图样或工程合同中规定的标记方法作出永久标记。标记位置应在焊缝中心距焊缝边缘15mm处，如为管接头，应在该接头第一次照相位置中心距焊缝边缘15mm处。不允许或不可能作出永久标记时，应在射线照相检测过程用油漆或其它不易消失的标记方法，在上述标记部位标记，并在草图上用检测焊缝位置附近不动参照物准确标出被检焊缝位置。

## 3 射线照相工艺

### 3.1 射线源能量的选择

3.1.1 选择的X射线或 $\gamma$ 射线源，应能透照出清晰显示焊缝被检测区域影像的射线照相底片。

在曝光时间许可下，应采用较低的射线能量，

不同材料透照允许最高X射线管电压见图3.1.1，不同能量射线源适用透照厚度见表3.1.1。

不同射线源适用的材料厚度范围 (mm)

表 3.1.1

A 级			
射线源	钢及合金钢、铁、镍及其合金	铜及其合金	铅及其合金
192Ir	20~100 (10~100) <sup>①</sup>	15~90	5~40
60Co	40~200	20~170	15~125
1~2MeV 射线	50~200	—	—
大于 2MeV 射线	50 以上	—	—
B 级			
射线源	钢及合金钢、铁、镍及其合金	铜及其合金	铅及其合金
192Ir	40~90 (10~90) <sup>①</sup>	35~80	15~35
60Co	60~150	50~135	40~100
1~2MeV 射线	60~150	—	—
大于 2MeV 射线	60 以上	—	—

注：括号内数值为特别情况下允许的范围。

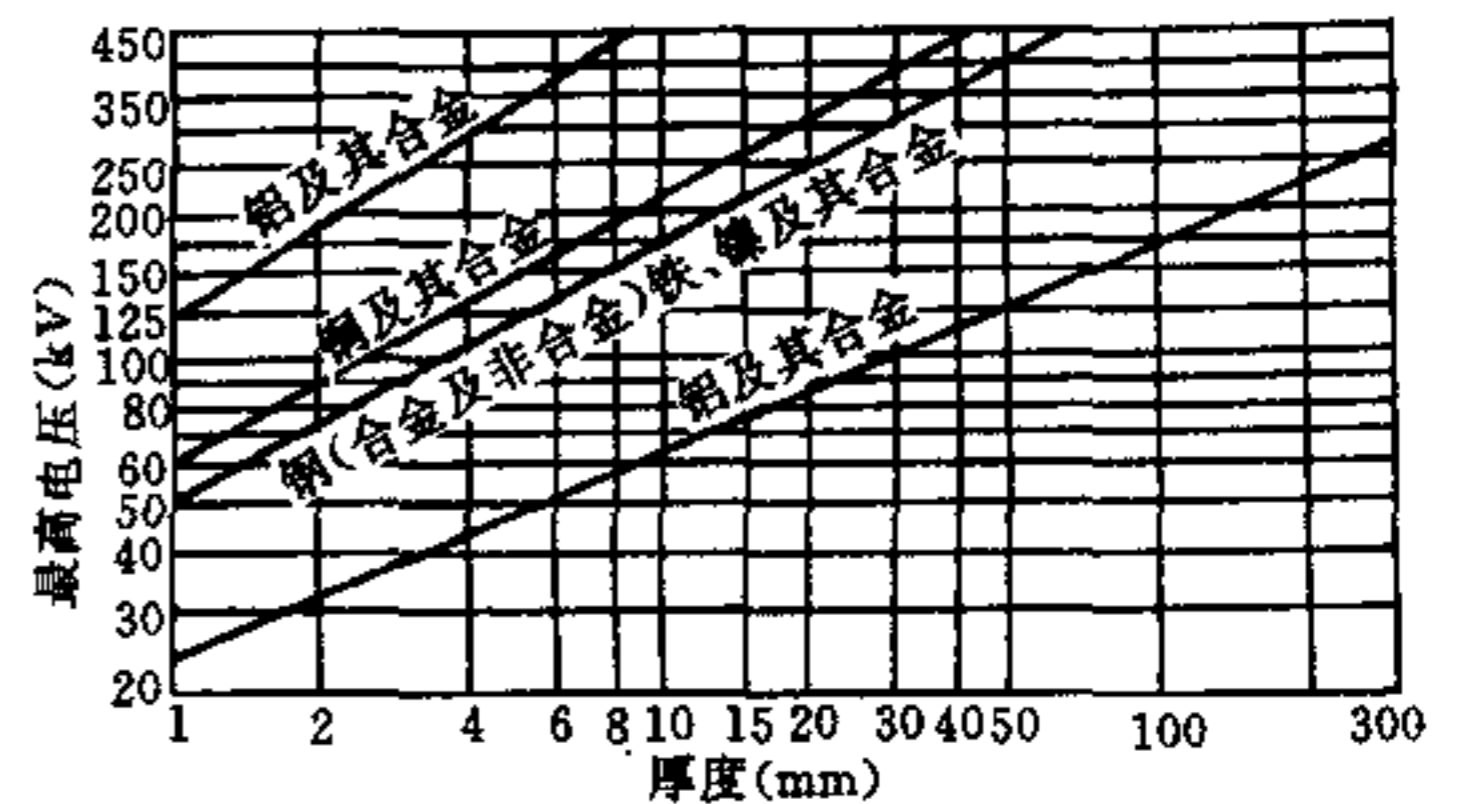


图 3.1.1 透照不同厚度材料时允许使用的最高 X 射线管电压

### 3.2 射线照相质量等级

3.2.1 射线照相质量等级分为 A 级（普通级）和 B 级（高级）。射线照相质量等级应符合相关工程标准、设计图样或工程合同的规定。选用 B 级时，焊缝余高应磨平。

### 3.3 胶片的分类和选择

3.3.1 工业 X 射线胶片的类型参见表 3.3.1。

工业射线照相胶片的类型

表 3.3.1

胶片型号	说 明			胶片型号	说 明		
	速度	反差	粒度		速度	反差	粒度
1	低	极高	极细	3	高	中	细
2	中	高	细	4	极高 <sup>①</sup>	极高 <sup>①</sup>	②

注：①是指加用荧光增感屏的曝光情况。如4号胶片直接曝光或加用铅箔屏曝光时，则其速度、反差和粒度均为中等。

②这里的粒度与所采用的荧光增感屏的特性有关。

### 3.3.2 不同厚度的钢、铝、青铜和镁的射线胶片 择号数较小的胶片。

可根据表 3.3.2 进行选择。高质量等级透照应选

不同厚度的钢、铝、青铜和镁用的射线照相胶片

表 3.3.2

厚度 (mm)	各种射线管压或放射性同位素条件下用的胶片型号 <sup>①</sup>										
	50~80 (kV)	80~120 (kV)	120~150 (kV)	150~250 (kV)	铀 192	250~400 (kV)	1 MeV	钴 60	2 MeV	镭	6~31 MeV
钢											
0~6	3	3	2	1							
6~13	4	3	2	2		1					
13~25		4	3	2	2	2	1		1	2	
25~50				3	2	2	1	2	1	2	1
50~100				4	3	4	2	2	2	3	1
100~200						4	3	3	2	3	2
200以上								3			2
铝											
0~6	1	1									
6~13	2	1	1	1							
13~25	2	1	1	1		1					
25~50	3	2	2	1	1	1					
50~100	4	3	2	2	1	2					
100~200		4	3	3	2	3					
>200					4						
青 铜											
0~6	4	3	2	1	1	1	1				
6~13		3	2	2	2	1	1		1		
13~25		4	4	3	2	2	1	2	1	2	
25~50			4	4	3	3	1	2	1	2	1
50~100					3	4	2	3	2	3	1
100~200							3	3	2		2
>200								3			2
镁											
0~6	1	1									
6~13	1	1	1								
13~25	2	1	1		1						
25~50	2	1	1	1	1						
50~100	3	2	2	1	2						
100~200		3	2	2	3						
>200				4							

①推荐的这些型号，一般都具有可以接受的射线底片质量。通过使用最低型号的胶片（经济上和技术上认为都是允许的）将可改善射线照相的最佳质量。建议4型胶片都要使用荧光增感屏。

### 3.4 增感屏

3.4.1 射线照相可采用金属增感屏或不用增感屏，金属增感屏的选用见表 3.4.1。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。

增感屏的选择 表 3.4.1

X 射线电压或 $\gamma$ 射线源	A 级	B 级
$\leq 400\text{kV}^{\text{①}}$	0.02~0.25mm 铅前屏及后屏	
$^{192}\text{Ir}$	0.05~0.25mm 铅前屏及后屏	
$^{60}\text{Co}^{\text{②}}$	0.1~0.5mm 铅、钢及合金 钢或铜前屏及 后屏	0.4 ~ 0.7mm 钢及合 金钢或铜前屏 及后屏
1~2MeV	0.1~1.0mm 铅前屏及后屏	
2~6MeV	1.0~1.5mm 铜或钢及合金钢 前屏及后屏	
6~12MeV	前屏 1.0~1.5mm，后屏等于 或小于 1.5mm 的铜、钢及合金 钢或钽	
12MeV 以上	前屏 1.0~1.5mm 钽或铪， 无后屏	

①100kV 以下 X 射线可用前屏。

②透照厚度在 40~60mm 范围时，必须采用 B 级规定的增感屏。

#### 3.4.2 铅屏的使用。

(1) 铅屏在使用中发现因铅屏的皱痕和压痕而造成假象时应停止使用该铅屏。

(2) 纯铅质铅屏在使用时应轻轻的接触胶片，以防止蹭到胶片上造成底片上的铅斑。

(3) 在铝等轻金属透照时，如必须使用前屏，前屏厚度宜小于 0.05mm。

#### 3.4.3 荧光屏的使用。

(1) 在使用中发现因荧光增感屏涂布不匀、划伤、擦伤、荧光晶粒受损及被化学药品污染而造成假象时应停止使用该荧光增感屏。

(2) 在使用前应检查荧光增感屏，如发现指纹、油斑、污物及灰尘等，应使用不损害荧光晶体涂膜的方法将其擦净，如无法擦净时应停止使用。

(3) 荧光增感屏的任何部分都不得曝露于原始射束之下，以免由于“荧光屏惯性”而造成假

象。

注：荧光屏惯性——荧光增感屏曝露于高强度辐射下时，在移去射束之后，荧光屏仍会继续发光的持久效应。

3.4.4 不论使用何种增感屏，都应保证增感屏与胶片在暗盒中相互紧贴。

### 3.5 像质计 (透度计)

3.5.1 像质计用以检查射线照相技术和胶片处理质量，像质计不得作为比较缺陷大小用的尺寸标准。像质计的使用应符合相应工程技术标准的规定，可以使用线型像质计，也可以使用其它类型像质计。

#### 3.5.2 线型像质计。

3.5.2.1 线型像质计衡量透照技术和胶片处理质量的数值是像质指数，它等于底片上能识别出的最细金属丝的线编号。

3.5.2.2 线型像质计的型号及规格应符合《线型像质计》(GB5618—85) 的规定。

3.5.2.3 线型像质计的选用，应按照透照厚度和像质级别所需要达到的像质指数，选用 GB5618—85 规定的 R10 系列的像质计，见表 3.5.2。透照厚度的确定见附录 A，双壁单影透照厚度应为单壁厚度加一个余高。

3.5.3 其它类型像质计。相关工程标准、设计图样或工程合同有规定时可以选用其它类型的像质计。但其必须有已知的尺寸和形状，与被透照的工件材料有相似的衰减特性，符合该像质计技术标准的要求。

像质计的选用 (mm) 表 3.5.2

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

3.5.4 像质计的适用材料范围见表3.5.4。

不同像质计材料适用范围 表 3.5.4

像质计材料	碳素钢	铜	铝
适应材料范围	黑色金属	铜锌锡及锡合金	铝及铝合金

### 3.6 标记使用的符号及字码

3.6.1 应使用射线照相检测书面程序中所规定用作标记的符号、数码、字母或文字。

3.6.2 标记应用铅合金制作，其厚度应大于等于1mm。除点状标记外（如圆点），标记的长度（高度）应大于等于5mm。宽度应大于等于3mm（如为单线符号宽度应大于等于1.5mm）。其加工精度应保证在正常透照的照相底片上能清晰地显现出本身影像轮廓。

### 3.7 曝光曲线

3.7.1 应根据射线源，胶片和增感屏的选用，按具体条件制做或选用合适的曝光曲线，并以此选择曝光条件。

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

3.7.2 选用射线源设备出厂曝光曲线或其它非检验单位自行制做的曝光曲线时，在使用前至少应用含被检验工件透照厚度的阶梯形试块进行一次透照，以验证选用曝光曲线的可靠性。

3.7.3 检验单位在条件许可时，应自制曝光曲线，以更准确地选择曝光条件。

### 3.8 透照方式

3.8.1 按照射线源、工件和胶片之间的相互位置关系、透照方式分为纵焊缝透照法、环焊缝透照法、环焊缝内透法、双壁单影法和双壁双影法五种，透照方式示意图见图 3.8.1。

3.8.2 平板焊缝。除由于结构的限制而必须使射线束倾斜外，平板焊缝应采用射线束垂直于检验位置中心表面的纵焊缝透照法。

3.8.3 T型接头、角接头及搭接接头射线照相透照方式应按图 3.8.3 进行。

当在焊缝区域由于焊缝断面的变化而使照相底片上部分焊缝曝光过度（影像黑度过高），部分焊缝曝光不足（影像黑度过低）而影响像质时，应在焊缝表面放置或在工件与胶片间插入补偿楔块。

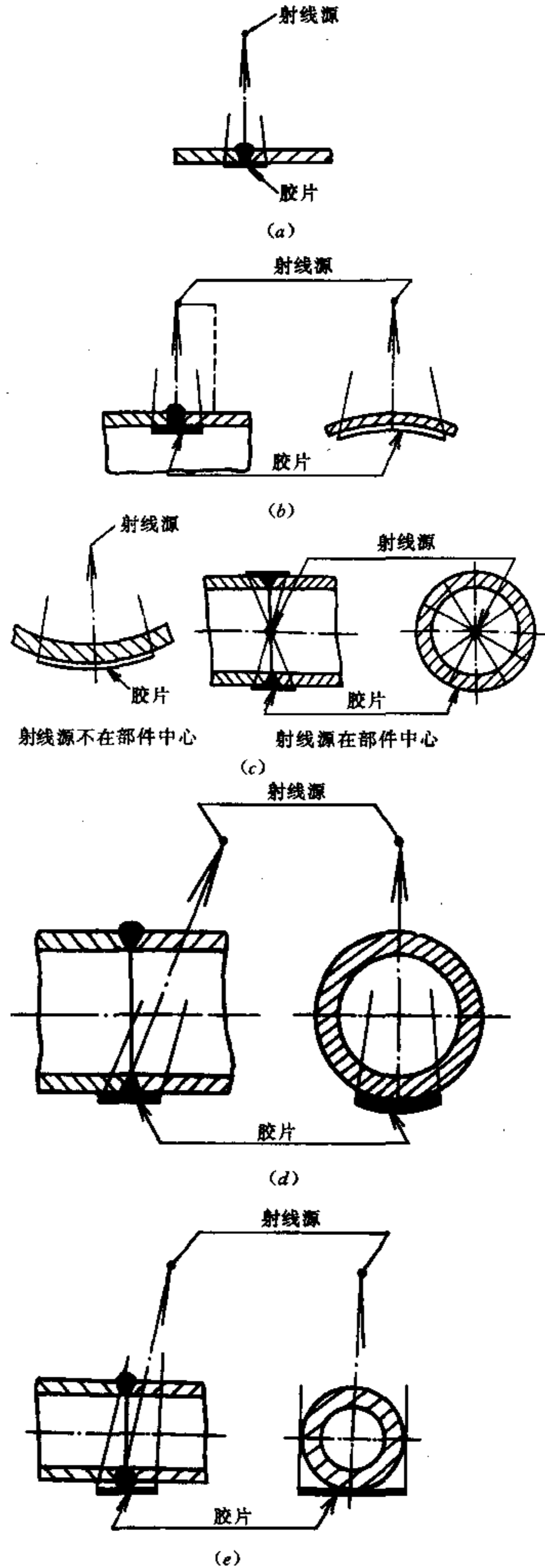


图 3.8.1 射线照相透照方式  
(a) 纵缝透照法；(b) 环缝外透法；  
(c) 环缝内透法；(d) 双壁单影法；  
(e) 双壁双影法

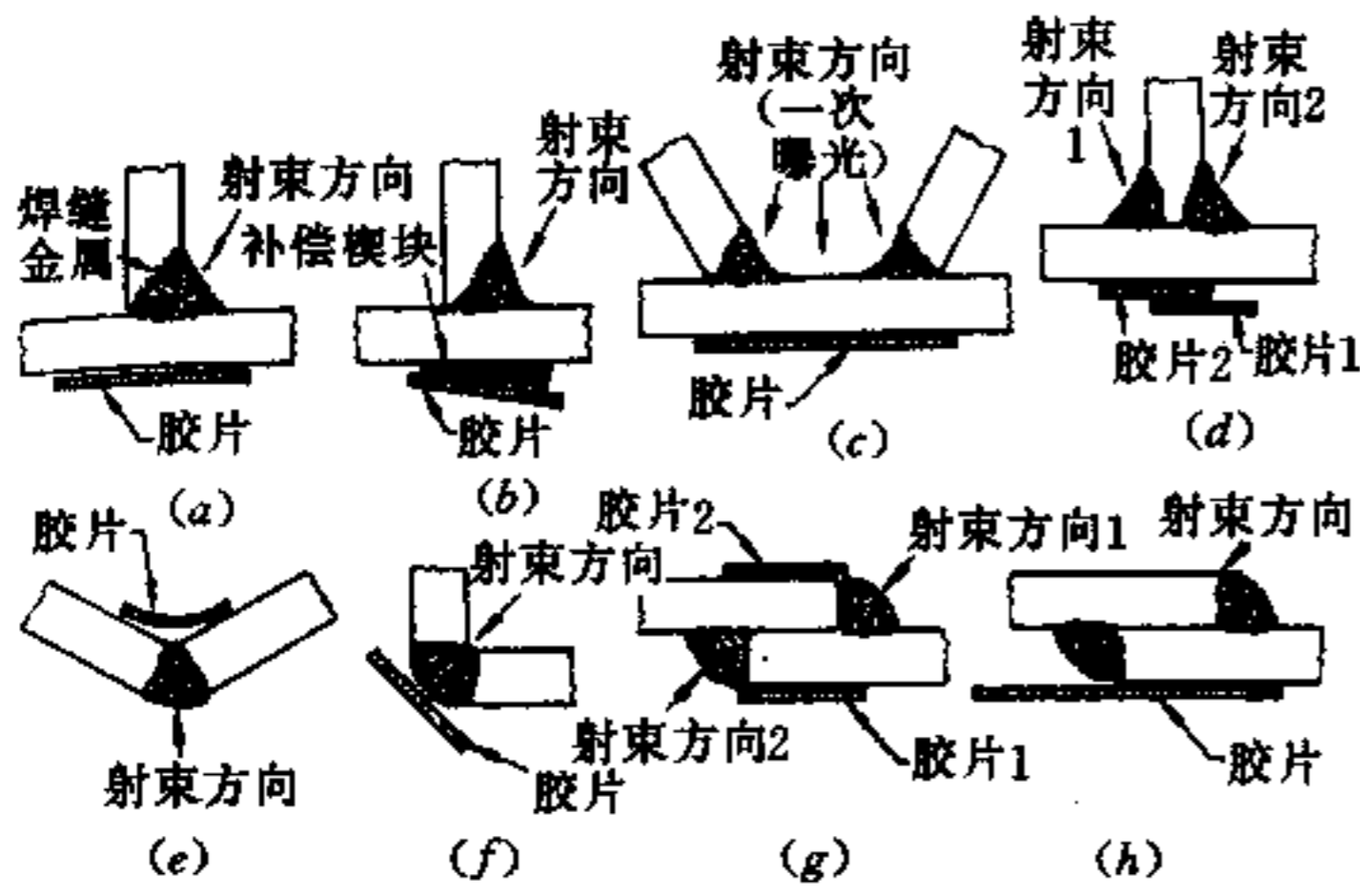


图 3.8.3 T型接头、角接头及搭接接头透照方式

3.8.4 曲率半径较大的板焊缝，其透照可视同平板焊缝。

3.8.5 外径小于等于  $\phi 89\text{mm}$  的管道及管结构环状焊缝的射线照相，可采用双壁双影法进行透照。

3.8.5.1 当外径与内径比小于或等于 1.4 时，应进行间隔为  $90^\circ$  的两次透照曝光，见图 3.8.5-1。

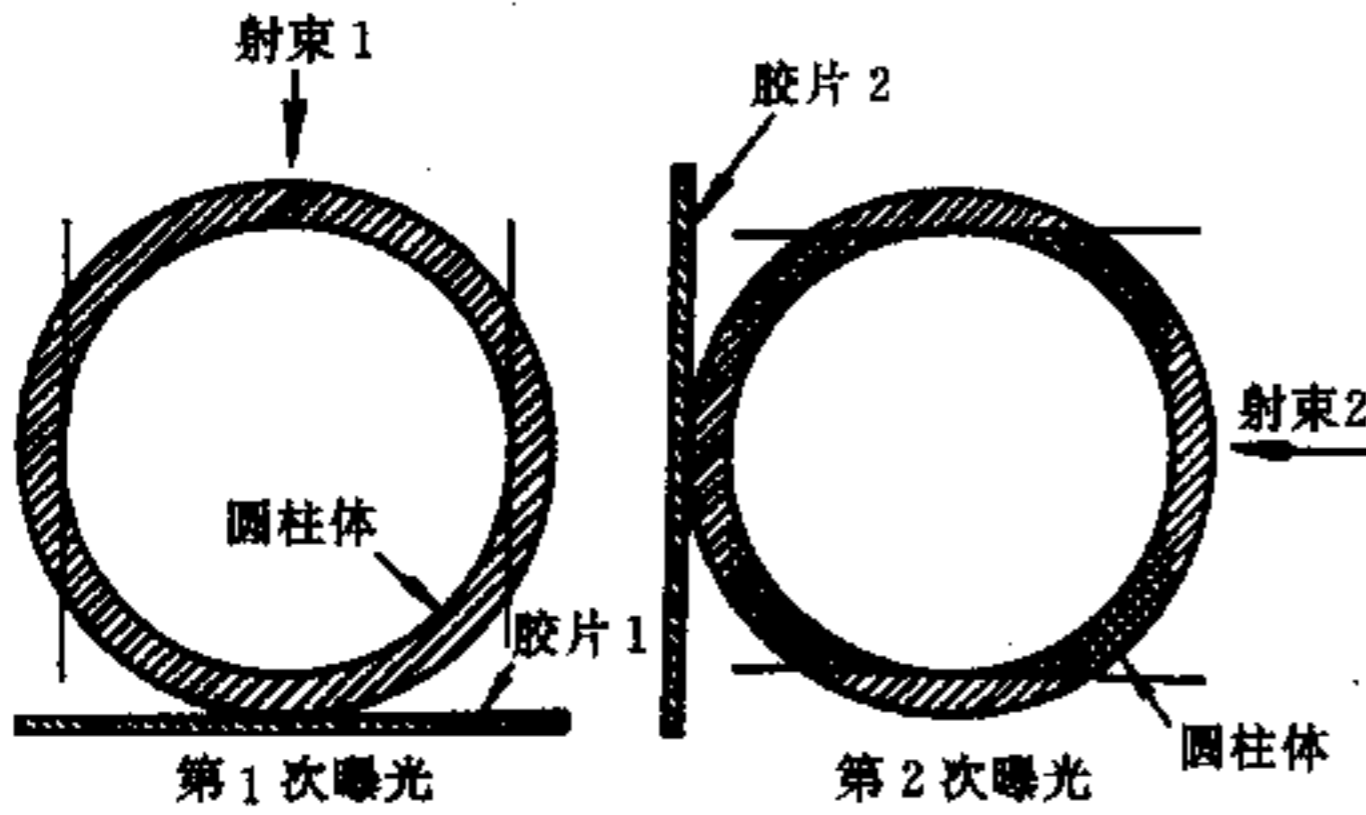


图 3.8.5-1 外径  $\leq 89\text{mm}$ ，外径/内径  $\leq 1.4$  管的双壁双影法透照

3.8.5.2 当外径与内径比大于 1.4 时，应进行曝光的次数按其实际外径与内径之比的 2 倍，4 舍 5 入取整数确定，透照曝光间隔按  $180^\circ$  等分之，见图 3.8.5-2。

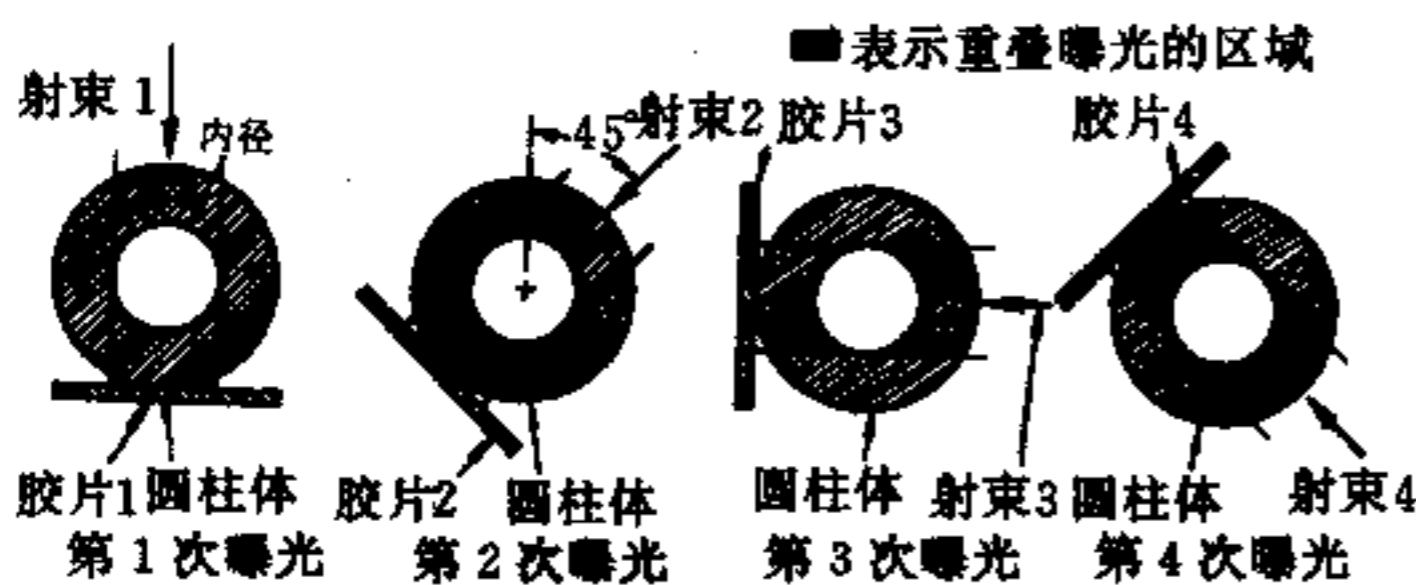


图 3.8.5-2 外径  $\leq 89\text{mm}$ ，外径/内径  $\geq 1.4$  管的双壁双影法透照

当外径与内径比为 1.8 时，  
曝光次数：取 4 次 ( $1.8 \times 2 = 3.6$ )；  
间隔角度：取  $45^\circ$  ( $180 \div 4 = 45$ )。

3.8.6 外径大于  $89\text{mm}$  的管道及管状结构的环状焊缝的射线照相，可采用双壁单影法进行透照。双壁单影法只评定紧贴胶片的那段焊缝的影像，见图 3.8.6。

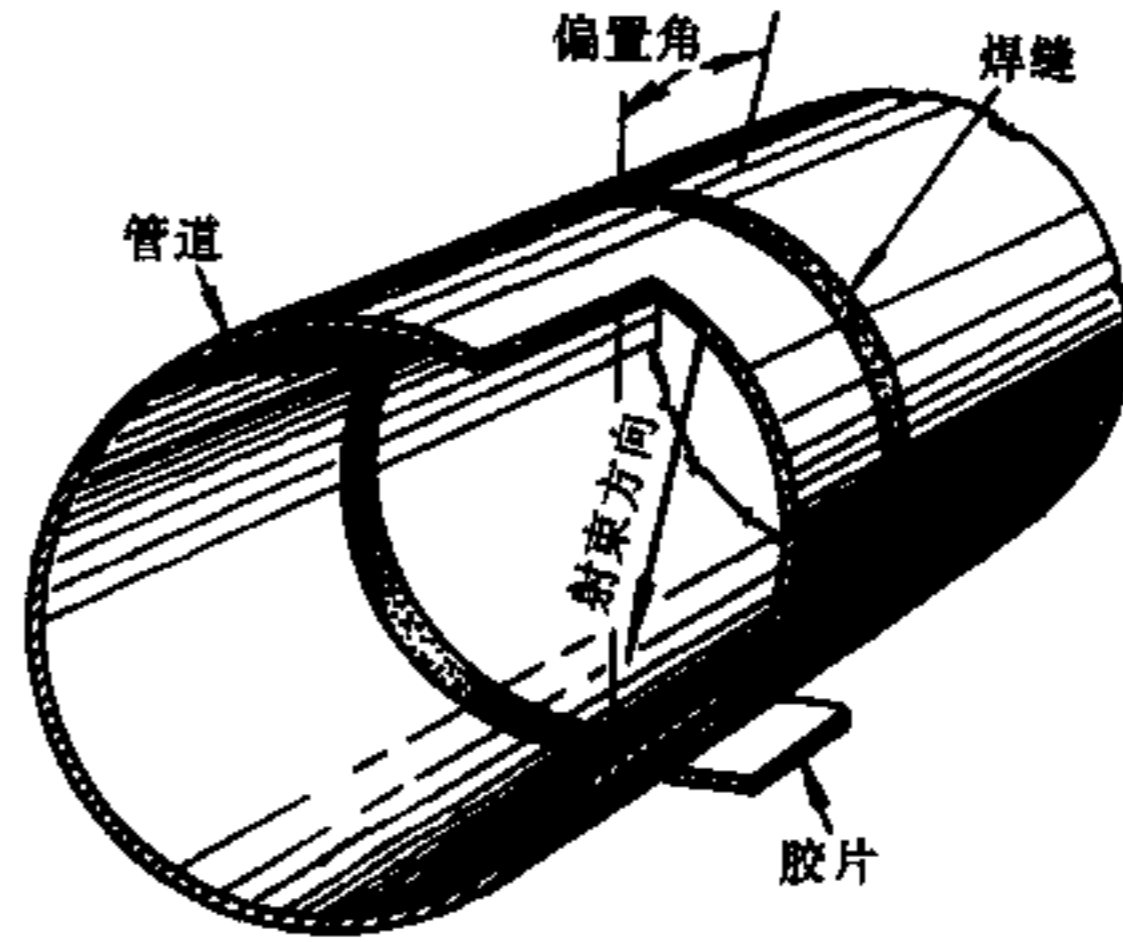


图 3.8.6 用于大直径管道之周向对接焊缝的双壁单影检验法原理图

3.8.6.1 为了完全覆盖焊缝，沿圆周进行的等间隔透照曝光，不得少于 6 次。

3.8.6.2 射线束与表面的倾斜角在保证上表面焊缝的影像不与评定表面影像重迭的条件下应尽量减少。

3.8.7 有可能在内部放置暗盒（或射线源）的环焊缝，应采用环缝外透法（或内透法）进行透照，不应采用双壁双影法或双壁单影法进行透照。

3.8.8 无论用何种透照方式进行射线照相检测，如检测位置的影像是由两张或两张以上的底片组成时，相邻底片应有连续影像的重叠部分，重叠部分应为底片有效部分长度的 10% 或大于  $15\text{mm}$ 。

### 3.9 几何条件

3.9.1 射线源至工件表面距离  $L_1$ ， $L_1/d$  与工件表面至胶片的距离  $L_2$  的关系如图 3.9.1-1 所示， $L_1$  的诺模图见图 3.9.1-2， $d$  为射线源有效焦点尺寸，可按附录 B 求出。

3.9.2 一次透照长度是指采用分段曝光时，每次曝光所检测的焊缝长度，除满足 3.8.2、3.8.5.2、3.8.6.1、3.8.8 条款的规定外，尚应符合第 4.4.1、4.4.2 条有关黑度和像质的要求。

3.9.3 焊缝的透照厚度比为  $K$  值，见图 3.9.3。环缝的 A 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  $K$  值不大于 1.03，B 级  $K$  值不大于 1.01。

3.9.4 射线束应指向被检测焊缝中心，并在该点与被检区平面或曲面的切面垂直，但需要时也可



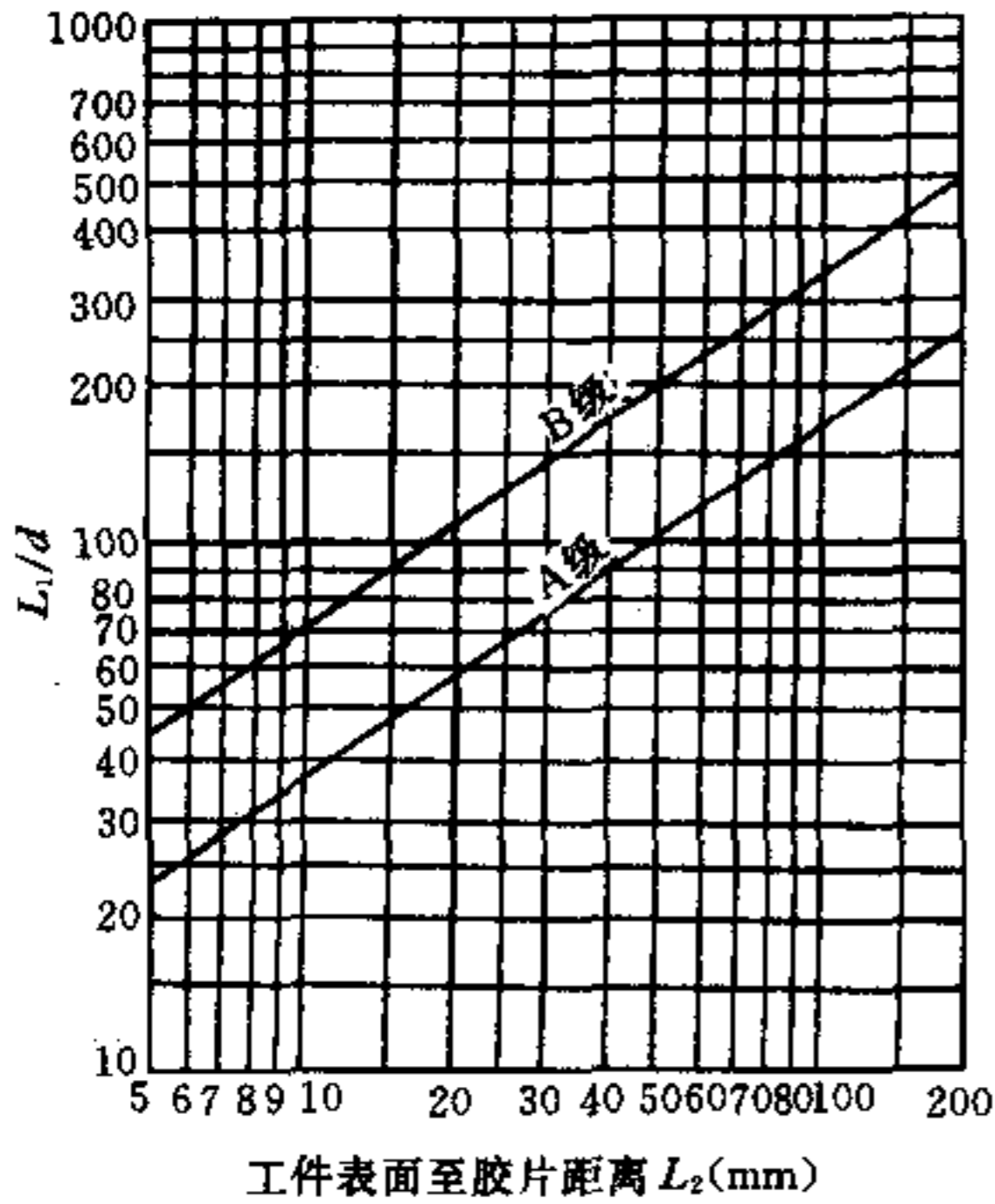


图 3.9.1-1 根据厚度决定的最小  $L_1/d$  值

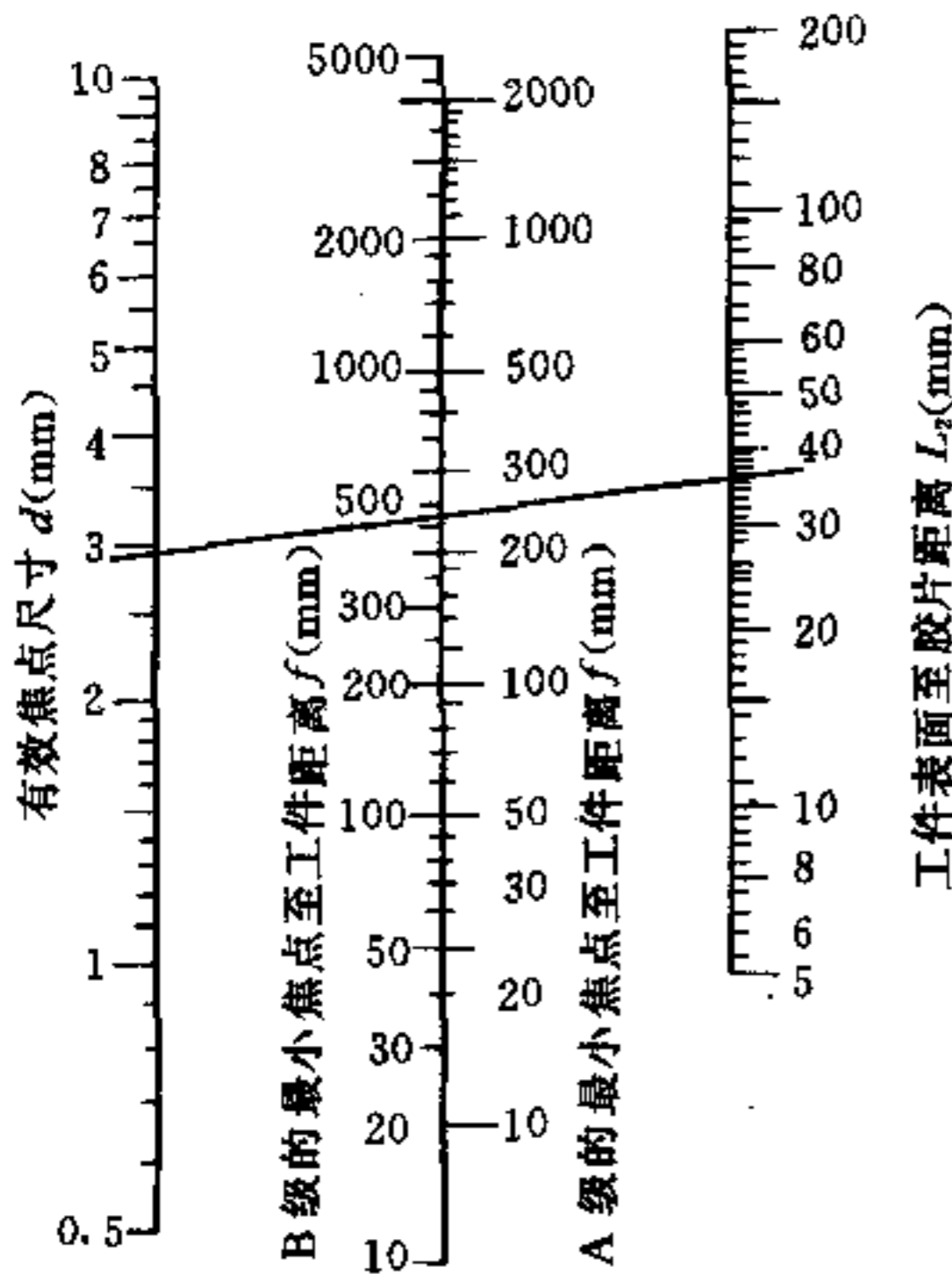


图 3.9.1-2 确定焦点至工件距离的诺模图

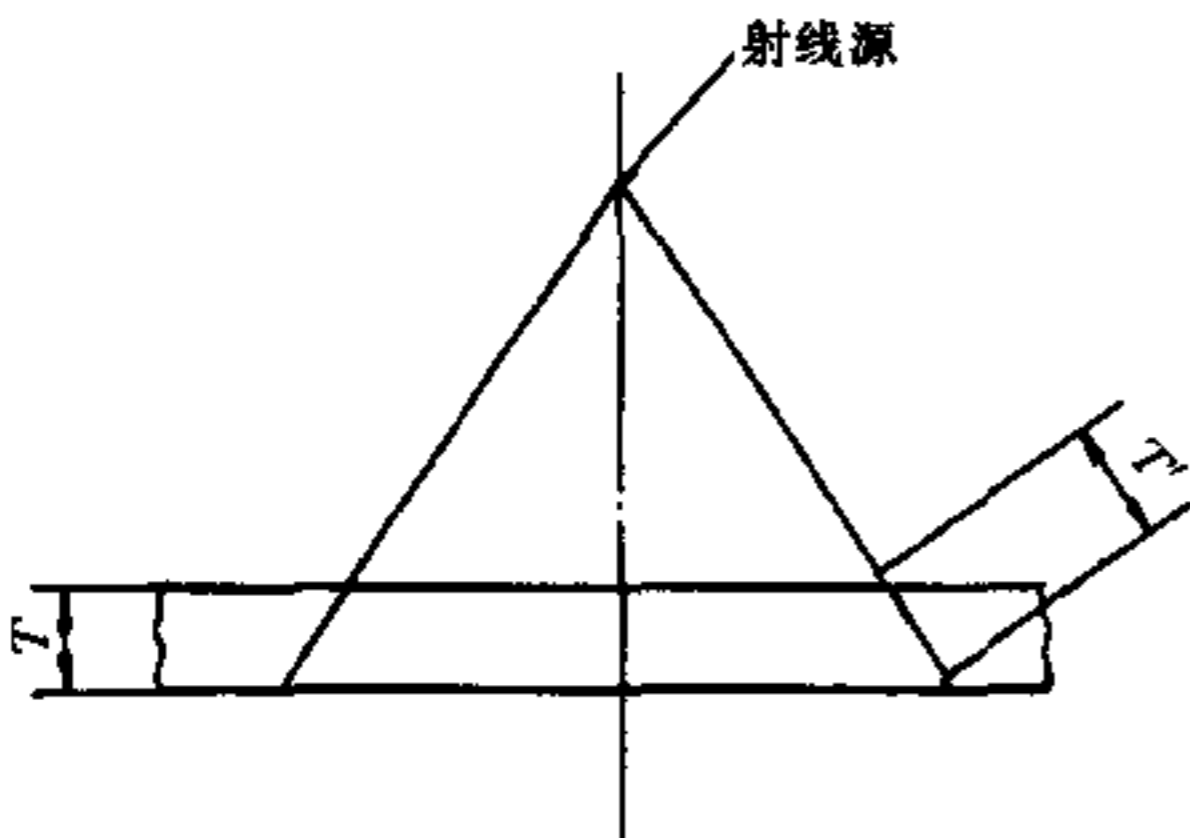


图 3.9.3 焊缝透照厚度比示意图

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

式中  $T$ ——材厚度, (mm);

$T'$ ——射线束斜向透照最大厚度 (mm)。

以从有利于发现缺陷的其它方向进行透照。

### 3.10 像质计的安放位置及数量

3.10.1 各类像质计的安放位置及数量应符合相关工程标准设计图样或工程合同的规定。但必须满足以下条件:

- (1) 反映出最大的不清晰度;
- (2) 未遮挡任何受检区域而影响对其影像进行观察, 作出质量评定;
- (3) 位于辐射束圆锥以内。

3.10.2 线型像质计的安放位置。

3.10.2.1 线型像质计应放在射线源一侧工件表面上被检焊缝的一端 (被检长度的  $1/4$  部位)。金属线应横跨焊缝并与焊缝方向垂直, 细金属线置于外侧。当射线源一侧无法放置像质计时, 也可放在胶片一侧的工件表面上, 但应通过对比试验, 使实际像质指数值达到规定要求。

3.10.2.2 采用射线源置于圆心位置的周向曝光技术时, 像质计应放在内壁, 间隔  $90^\circ$  放置一个。

3.10.2.3 对比试验的作法: 截取一个与被检工件完全相同的短试块, 在被检部位相似位置的内外表面端部各放一个像质计, 采用与工件相同的透照条件或即放置在被检工件的旁边进行透照, 观察所得到的底片以确定相应的像质指数。

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

### 3.11 定位标记及识别标记的放置

3.11.1 底片上应有表示工件被检测范围的定位标记。定位标记为中心标记及搭接标记, 定位标记应放置在射线源一侧的工件表面上。中心标记应放置在被检焊缝中心距焊缝边缘  $5\text{mm}$  以外处, 搭接标记放在被检焊缝两次曝光搭接重叠线处 (第一次曝光照相底片有效区段内), 搭接标记应待第二次曝光后才可取下。搭接标记放置见图 3.11.1。

3.11.2 识别标记的内容及其方式, 应在照相程序中规定, 标记至少应包含以下内容: 工程 (工件) 编号、焊缝编号、部位编号、透照日期、重复透照次数。

识别标记可以放在射线源一侧暗盒表面的边缘上, 亦可放置在工件表面上, 但应保证标记可以在照相底片上清晰完整的显现, 且不遮挡被检焊缝的影像, 其位置应距焊缝边缘  $5\text{mm}$  以上。

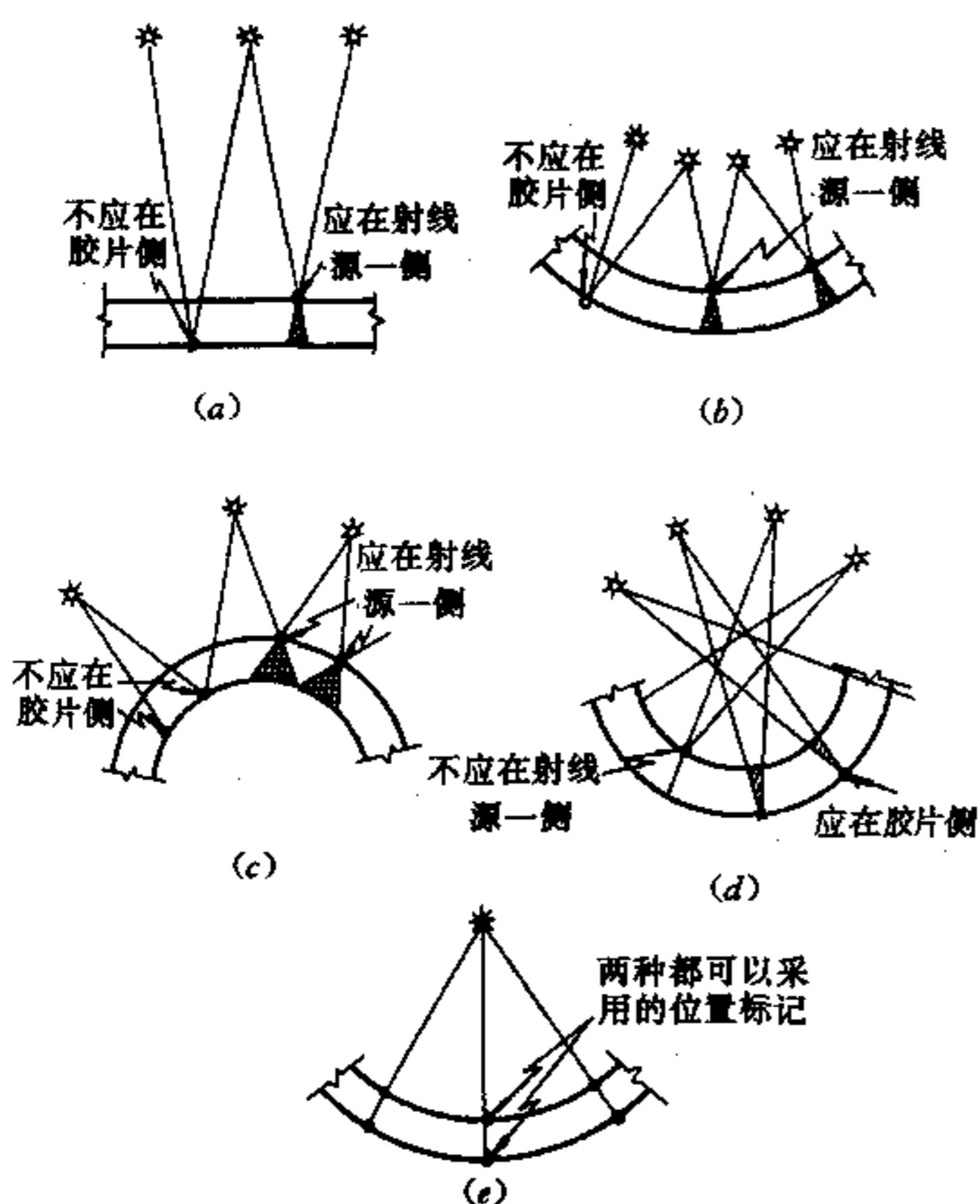


图 3.11.1 熔化焊对接接头射线照相搭接标记的安放位置

(a) 平面部件或纵焊缝；(b) 射线源到胶片距离小于曲率半径的曲面部件；(c) 凸面朝向射线源的曲面部件；(d) 射线源到胶片距离大于曲率半径的曲面部件；(e) 射线源在曲率中心的曲面部件

### 3.12 暗盒及暗盒放置

3.12.1 射线照相用金属暗盒及用塑料或其它耐用材料制作的可弯曲软暗盒必须保证密光，内装胶片不感光，胶片与增感屏紧贴并不被损坏，暗盒有与被透照工件紧密接触的可能。

3.12.2 暗盒在暗室无任何照明条件下应可方便的装卸胶片及增感屏，并有可靠的封口。

3.12.3 在照相底片上发现边缘或拐角处的黑斑及灰雾时，应仔细检查使用暗盒的漏光处，如无修复可能应予报废。

3.12.4 暗盒放置时应与工件表面紧密贴合，固定牢固。透照后，应核实在透照过程中暗盒固定良好，位置无移动后，方可将盒取下，送交暗室处理。

### 3.13 无用射线及散射线的屏蔽

3.13.1 当工件较小（如管焊缝或型钢焊缝）可能发生侧散射时，应采取有效的屏蔽方法（如设置铅窗口）限制受检部位的照射面积。

3.13.2 当以混凝土或土、木等为背景进行透照时，应加厚后屏铅屏的厚度或在暗盒背面放置铅板，以防止背散射线影响。

为检查背散射，应在暗盒背面贴附一个“B”字符的铅质标记（B 的高度为 13mm，厚度为 1.6mm）。若在较黑背景上出现“B”的较淡影像就说明背散射线防护不够，应采取防护措施后重照。如在较淡背景上出现“B”的较黑影像则不作为底片判废的依据。

### 3.14 照相操作

3.14.1 照相过程中必须保证射线源及被检工件安放稳定，不发生晃动和位移。

## 4 胶片的暗室处理与底片观察及焊缝质量分级

### 4.1 胶片的暗室处理

4.1.1 暗室和暗室的所有装备与附件都必须始终保证清洁，而且只能允许用于胶片的装卸及处理。

4.1.2 胶片的装卸与处理宜在不同的工作台上进行，不得同时交叉进行。

4.1.3 胶片的装卸过程中，操作者双手必须保持清洁干燥，手汗多时应戴洁净橡胶或全棉细纱手套操作。

4.1.4 溅溢出的药液及水应立即擦净，以免在照相底片上造成斑点。

4.1.5 胶片的暗室处理条件，必须符合相应药品的说明，并尽力减少变化范围。

4.1.6 处理过程冲洗用水应为流动的洁净水，冲洗槽容积应保证满足在规定时间内完成冲洗工作的需要。

4.1.7 为控制水斑，宜使用润湿剂溶液将冲洗过的底片浸泡 1~2min 后再进行干燥，在风沙较大的地区或尘土量多的现场环境下，如自然干燥，应在有空调的密闭房间中进行。如用干燥机应先滴控几分钟再送入干燥。

4.1.8 底片干燥后，应进行整理，检查后方可交付观察评定。

### 4.2 底片的质量

4.2.1 黑度。选择的曝光条件应使底片有效评定区域内的黑度满足表 4.2.1 的要求。

底片的黑度范围 表 4.2.1

射线种类	底片黑度 $D$		灰雾度 $D_0$
	X 射线	A 级	
B 级		1.5~3.5	
$\gamma$ 射线	1.8~3.5		

注：表中  $D$  值包括了  $D_0$  值。

4.2.2 像质。

4.2.2.1 线型像质计的像质指数。使用线型像质计，底片上必须显示的最小钢丝直径与相应像质指数见表 3.5.2。

4.2.2.2 使用其它类型像质计，其像质计显示应符合相关标准的规定。

4.2.3 影像识别要求。底片上的像质计影像位置正确、定位标记和识别标记齐全，且不掩盖被检焊缝影像。如使用线型像质计，在焊缝影像上，如能清晰的看到长度不少于 10mm 的像质计钢丝影像，就认为是可识别的。其它像质计的识别要求，应符合相关标准的规定。

4.2.4 不允许存在的假像。底片有效评定区域内，不应有因胶片处理不当或其它原因造成的可能妨碍底片评定的底片缺陷及黑度变化。

4.3 底片的观察

4.3.1 底片观察环境。底片应在专用的或具备观察条件的室内进行观察。观察室内的光线应较为暗淡，但不应全黑。室内照明用光不应在底片表面产生反射。

4.3.2 观片灯。观片灯应有观察最大黑度为 3.5 的底片的足够亮度，透过底片的光应为亮度可调的漫射光。对正在观察的区域以外的部分，或观察区域透光过强的部分，应用适当的遮光板以屏蔽强光。底片观察条件应符合表 4.3.2 的规定。

底片观察条件 表 4.3.2

底片背景照明的最高允许亮度 (cd/m)	底片黑度 (D)	观片灯亮度 (cd/m)
30	1.0	300
	1.5	1000
	2.0	3000
	2.5	10000
10	3.0	10000
	3.5	30000

4.3.3 底片应按以下程序进行观察：

(1) 在观片灯前以由弱到强的亮度检查底片有效部分有无妨碍观察评定的假象。

(2) 用黑度计检查黑度是否符合要求。

(3) 检查像质是否符合要求。

(4) 分析焊缝影像，对有效区域的任何异常黑度变化都应作出解释，辨认出缺陷，并确定其特征：性质、形状、位置及量度其尺寸。作出详细的记录。

(5) 根据检测评定标准及检查出的缺陷特征对底片显示出的焊缝质量作出评价。如无检查评定标准只需记录发现的全部缺陷及其特征。

(6) 填写检测报告。

4.4 照相底片焊缝质量评定

4.4.1 钢熔化焊焊缝质量分级按 2.6 节规定进行。当工程采用其它评定标准时，应在报告中说明。

4.4.2 钢管熔化焊对接接头焊缝质量分级按 4.6 节规定进行。当工程采用其它评定标准时，应在报告中说明。

4.4.3 其它金属的焊缝照相底片，焊缝的质量分级可按附录 C、附录 D 规定进行。当工程采用其它评定标准时，应在报告中说明。

4.5 钢熔化焊焊缝质量分级

4.5.1 根据缺陷的性质和数量、焊缝质量分为四级：

(1) I 级焊缝内应无裂纹、未熔合、未焊透和条状夹渣。

(2) II 级焊缝内应无裂纹、未熔合和未焊透。

(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 4.5.3 条状夹渣长度的 III 级评定。

(4) 焊缝缺陷超过 III 级者为 IV 级。

4.5.2 圆形缺陷的分级。

4.5.2.1 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。

4.5.2.2 圆形缺陷用评定区进行评定，评定区域的大小见表 4.5.2-1，评定区应选在缺陷最严重的部位。

缺陷评定区 (mm) 表 4.5.2-1

母材厚度 $T$	$\leq 25$	25~100	100
评定区尺寸	10×10	10×20	10×30

4.5.2.3 评定圆形缺陷时应将缺陷尺寸按表4.5.2-2换算成缺陷点数。

缺陷点数换算表 表 4.5.2-2

缺陷长径 (mm)	≤1	>1~2	>2~3	>3~4	>4~6	>6~8	>8
点数	1	2	3	6	10	15	25

4.5.2.4 不计点数的缺陷尺寸见表4.5.2-3。

不计点数的缺陷尺寸 (mm) 表 4.5.2-3

母材厚度 T	缺陷长径
≤25	≤0.5
>25~50	≤0.7
>50	≤1.4% T

4.5.2.5 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。

4.5.2.6 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,经合同双方协商,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E。

4.5.2.7 圆形缺陷的分级见表4.5.2-4。

圆形缺陷的分级 表 4.5.2-4

评定区 (mm) 母材厚度 (mm)	10×10		10×20		10×30	
	≤	>	>	>	>	
质量等级	10	10~15	15~25	25~50	50~100	100
I	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。

4.5.2.8 圆形缺陷长径大于1/2T时,评为Ⅳ级。

4.5.2.9 I级焊缝和母材厚度等于或小于5mm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。

4.5.3 条状夹渣的分级。

4.5.3.1 长宽比大于3的夹渣定义为条状夹渣。

4.5.3.2 条状夹渣的分级见表4.5.3。

条状夹渣的分级 表 4.5.3

质量等级	单个条状夹渣长度	条状夹渣总长
II	$T \leq 12$ ; 4 $12 < T < 60$ ; $1/3T$ $T \geq 60$ ; 20	在任意直线上,相邻两夹渣间距均不超过6L的任何一组夹渣,其累计长度在12T焊缝长度内不超过T
III	$T \leq 9$ ; 6 $9 < T < 45$ ; $2/3T$ $T \geq 45$ ; 30	在任意直线上,相邻两夹渣间距均不超过3L的任何一组夹渣,其累计长度在6T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12T(Ⅱ级)或6T(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。

4.5.4 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。

#### 4.6 钢管熔化焊对接接头焊缝质量分级

4.6.1 裂纹、未熔合、条状夹渣和圆形缺陷的分级应按第4.5.1、4.5.2、4.5.3条的规定执行。

4.6.2 内凹坑分级见表4.6.2-1,设计焊缝系数小于等于0.75的根部未焊透的分级见表4.6.2-2。

内凹坑的分级 表 4.6.2-1

质量等级	内凹坑的深度		长度 (mm)
	占壁厚的百分数 (%)	深度 (mm)	
I	≤10	≤1	不限
II	≤20	≤2	
III	≤25	≤3	
IV	大于Ⅲ级者		

未焊透的分级 表 4.6.2-2

质量等级	未焊透的深度		长度 (mm)
	占壁厚的百分数 (%)	深度 (mm)	
I	0	0	0
II	≤15	≤1.5	≤10%周长
III	≤20	≤20	≤15%周长
IV	大于Ⅲ级者		

## 5 检测报告、不合格及有争议底片处理、检测工作抽查

### 5.1 检测报告

5.1.1 射线照相检测后，检测单位应对检测结果及有关事项进行详细记录，并写出检测报告。其主要项目见表 5.1.1。

记录项目 表 5.1.1

项目	内容	项目	内容
制造厂名		像质计	
材料和产品名称		衬度计	
检测编号或代号		焦点至像质计距离	
材质		像质计至胶片距离	
母材厚度		显影液	
透照厚度		显影温度	
透照年月日		显影时间	
X 射线机或同位素源		底片合格与否	
焦点尺寸		评级年月日	
使用管电压		评级结果	
使用管电流		缺陷种类	
曝光时间		评定区域位置	
胶片		其它重要事项	
增感屏			

### 5.2 不合格底片的处理

5.2.1 用于评定工程质量的射线照相检测底片质量，必须符合本标准的要求。不符合本标准要求的底片，不得作为评定工程焊缝质量的依据，应予报废销毁。如留作参考时应在底片上剪角或打孔标记，以免与合格底片混淆。

5.2.2 施工单位为检查控制焊接工艺实施及焊工操作水平进行的射线照相检测，对于不合格底片的处理，由施工单位自行决定。

### 5.3 对有争议底片的处理

5.3.1 底片质量或底片焊缝质量评定产生疑问或争议时，应对原检测位置焊缝进行补充透照。补充透照除按原透照方式、曝光条件进行外，尚可对透照方式、曝光条件作适当调整，以期获得更高质量的底片或更清楚的显现该位置焊缝及争议对象的影像。如补充透照后底片质量合格而缺陷特征判断仍有争议时，应改用其它无损检测方法（如超声波）作补充检测。

### 5.4 射线照相检测工作的抽查

5.4.1 对施工现场射线照相检测工作，工程质量监督部门必须进行不少于一次的复核抽查。抽查位置应由检查员在原检测焊缝中选定。射线照相的全过程应在检查员的监察下进行。

5.4.2 如复核照相检测结果与原检测结果相符，认定射线照相检测工作合格。

5.4.3 如复核照相检测结果与原检测结果不相符，而差异只是表现在评定上有所不同，而不是影像上的不同时，可对原照相底片进行抽查评定。如在影像上存在重大差异时，应对该项目的原检测透照人员在最接近原透照日期及透照位置的射线照相检测位置抽检复核两个部位，如仍存在影像的重大差异时，应对该组透照人员在该工程所有进行的检测项目进行复核。

注：重大差异是指影像上出现（缺少）造成评片等级变化的缺陷影像；复核影像与原透照影像不是同一位置的影像。

## 6 施工现场射线照相防护

6.0.1 射线照相防护应符合《放射卫生防护基本标准》(GB4792—84) 的有关规定。

6.0.2 工程施工现场的射线照相工作宜安排在其它工作人员不在现场作业的时间内进行。

6.0.3 工程施工现场射线照相作业现场外照射剂量超过放射工作人员的剂量限值的区域应规定为禁止进入区，透照时任何人不得进入。

6.0.4 工程施工现场射线照相作业现场，外照射剂量超过个人剂量限值的区域应规定为管制区，透照时应禁止非照相工作人员入内。

6.0.5 在禁止进入区及管制区都应配置标志清楚的标明界线。

## 附录 A 熔化焊对接接头透照厚度

各种接头的母材厚度和透照厚度 表 A

	接头种类	母材厚度 (mm)	焊缝形状	透照厚度 (mm)
平 板	对接接头	T	无加强高	T
	对接接头	T	单面加强高	T+1
	对接接头	T	两面加强高	T+2
	对接接头	T	单面加强高，有垫板 (T' mm)	T+1+T'

续表

	接头种类	母材厚度 (mm)	焊缝形状	透照厚度 (mm)
管子	对接接头 (双壁透照)	T	无加强高	2T
	对接接头 (双壁透照)	T	单面加强高	2T+1
	对接接头 (双壁透照)	T	两面加强高	2T+2
平板或管子	T型接头 T型接头	T T <sub>1</sub> ≠T <sub>2</sub>		2.2T 1.1(T <sub>1</sub> +T <sub>2</sub> )

注：母材厚度指公称厚度。对接接头中母材厚度不同时，取其中较薄的板厚 T<sub>1</sub> 作为 T。

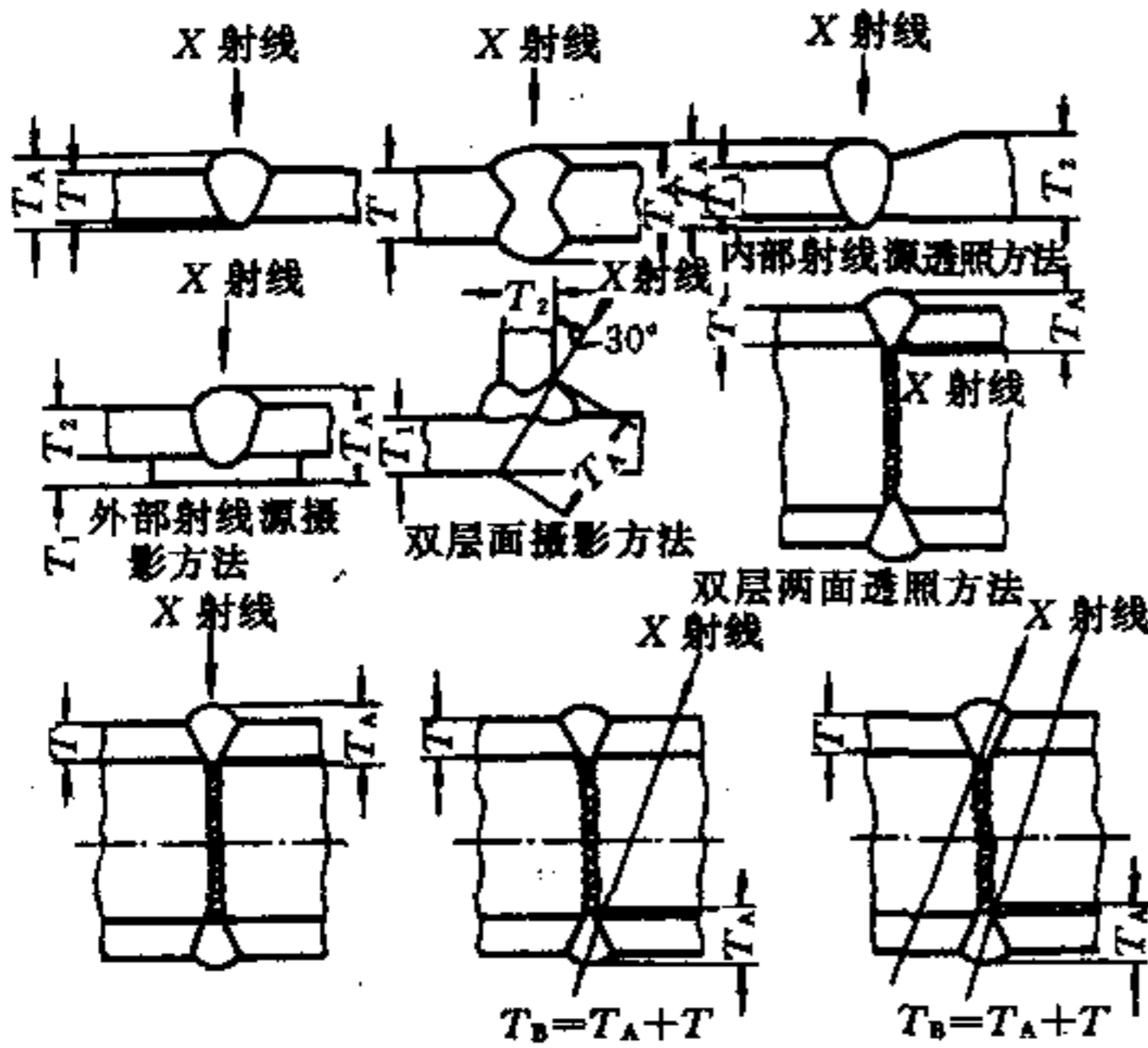


图 A 透照厚度示意图

## 附录 B 有效焦点尺寸的计算

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： $d = a$

长方形焦点和椭圆形焦点： $d = \frac{a+b}{2}$

圆形焦点： $d$

## 附录 C 铝熔化焊焊缝质量分级

### C.1 铝焊缝质量分级

C.1.1 根据缺陷的性质和数量，铝焊缝质量分为 I、II、III、IV 级。IV 级为不合格焊缝。

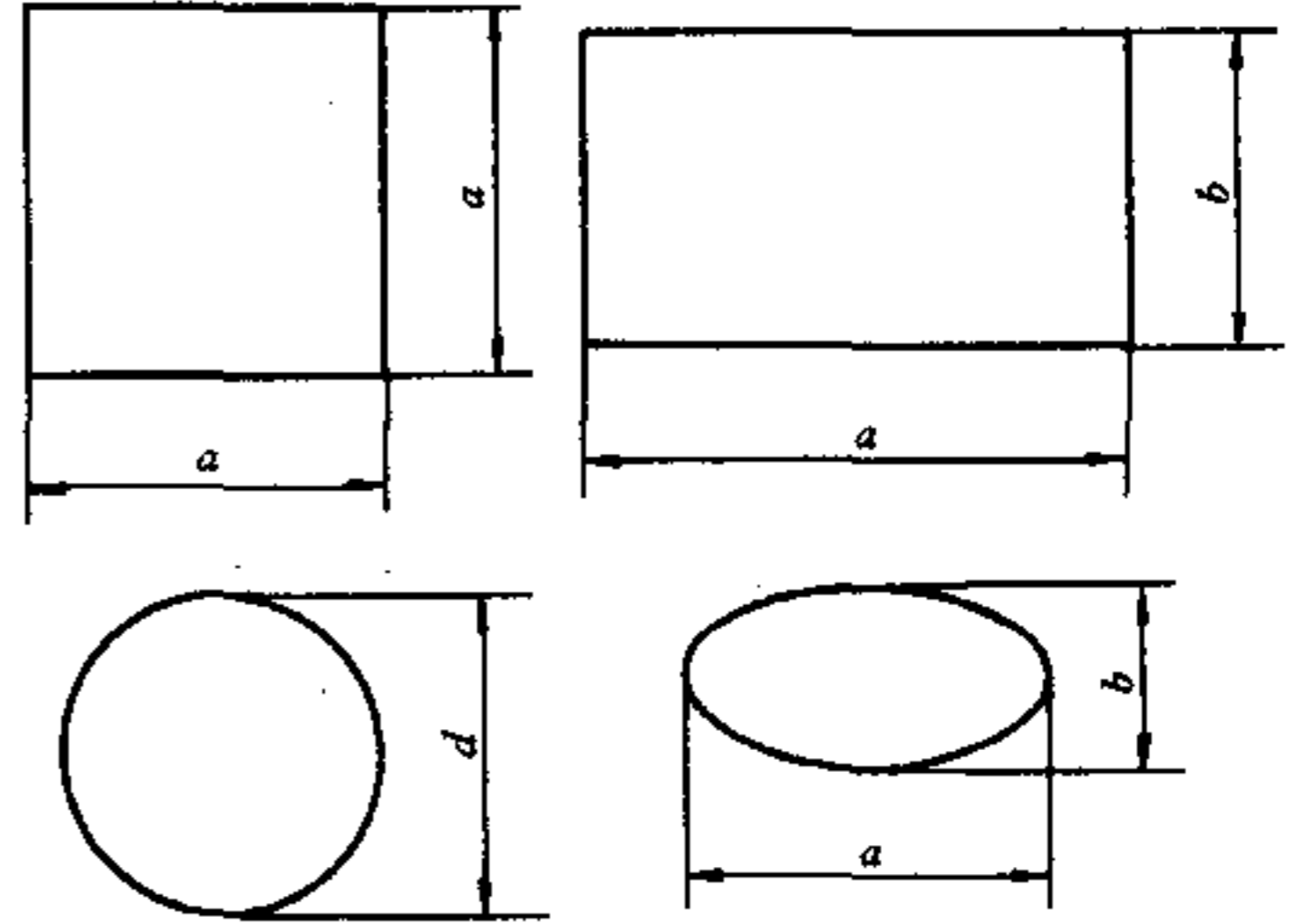


图 B 计算焦点尺寸示意图

### C.2 圆形缺陷分级

C.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 (在测定长度时应包括尾部) 等不规则的形状，包括气孔、夹渣和夹钨。

C.2.2 圆形缺陷评定区：评定区域见表 C.2.2。评定区应选在缺陷最严重部位。

母材厚度和评定区域的大小 (mm)

表 C.2.2

母材厚度 T	T < 20.0	20.0 ≤ T < 80.0	T ≤ 80.0
评定区尺寸	10×10	10×20	10×30

C.2.3 气孔。单个气孔的缺陷点数应按气孔大小取表 C.2.3-1 数值。但缺陷尺寸小于表 C.2.3-2 所示数值时，可不计缺陷点数。

缺陷点数换算表 表 C.2.3-1

缺陷长径 (mm)	≤1	>1~2	>2~4	>4~8	>8~10
点数	1	2	4	8	16

不计点数的缺陷尺寸 (mm)

表 C.2.3-2

母材厚度 T	缺陷长径
<20	0.4
≥20~40	0.6
≥40	母材厚度的 1.5%

有两个以上气孔时，缺陷点数应为评定区域内气孔的缺陷点数之和。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。

C.2.4 夹钨。夹钨的缺陷点数应为表 C.2.3-1 所示数值的 1/2。然而，当夹钨与其它缺陷同时存

在时，应以夹钨的缺陷点数与其它缺陷点数之和作为缺陷点数。

**C.2.5 点状氧化物夹渣。**氧化物夹渣的尺寸小于2mm时，其缺陷点数应按缺陷大小取表C.2.3-1的数值。当与气孔同时存在时，应与气孔一起计数。

如果氧化物夹渣的存在位置明显地只限于焊缝余高部分，可不作缺陷看待。

**C.2.6 密集缺陷。**当缺陷尺寸小于表C.2.3-2所示数值，但数量很多而又密集存在时，应将此范

围作为一个大缺陷看待，按表C.2.3-1求出缺陷点数。但其位置明显位于余高部分时，可不计缺陷点数。

**C.2.7 气孔、夹钨、2mm以下的氧化物夹渣的等级评定**应根据缺陷点数按表C.2.7进行。表中数字表示缺陷点数的允许限度。但当缺陷尺寸超过母材厚度2/3或10mm（取两者中较小值）时，应评为IV级。当缺陷尺寸超过母材厚度1/3时，则不能评为I级。

圆形缺陷的分级

表 C.2.7

评定区 (mm)	10×10				10×20		10×30	
	母材厚度 (mm)	≤3	>3~5	>5~10	>10~20	>20~40	>40~80	>80
质量等级								
I		1	2	3	4	6	7	8
II		3	7	10	14	21	24	28
III		6	14	21	28	42	49	56
IV		缺陷点数多于Ⅲ级						

注：母材厚度不同时，应取较薄的板厚。

### C.3 条状缺陷

**C.3.1 条状氧化物夹渣，**以其最长的尺寸作为其长度，未焊透、未熔合和其它缺陷，则以其最长尺寸的2倍作为其长度。

当缺陷排列于一线上且多于2个时，如果相邻的缺陷的间距大于长的一个缺陷长度，则作为分散缺陷分别评定。如两者间距小于长的一个缺陷长度时，则按一个缺陷群处理，此时，缺陷长度为各缺陷长度与间距之和。

**C.3.2 长度超过2mm的氧化物夹渣、未焊透、未熔合等的等级评定，**应根据缺陷长度按表C.3.2进行。

如果同时出现几种缺陷，则以其中最差的作为评定的等级。如果几种缺陷的等级相同，则可降一级作为评定的等级。例如点状缺陷按表C.2.7评定缺陷点数仅为极限值的1/2，故可评为I级，而条状缺陷的长度亦仅为表C.3.2规定的II级的允许长度的1/2，故也可评定为I级。但因两种缺陷同时呈现，故只能评定为II级。

**C.3.3 凡有裂纹、夹铜存在，**则一律评定为IV级。

**C.3.4 Ⅲ级的缺陷点数连续存在且超过评定视野的3倍时，**应评为IV级。

条状缺陷的等级分类 表 C.3.2

母材厚度 (mm)	<12	≥12~48	>48
	质量等级	缺陷长度 (mm)	
I	<3	母材厚度的1/4以下	<12
II	<4	母材厚度的1/3以下	<16
III	<6	母材厚度的1/2以下	<24
IV	缺陷长度大于Ⅲ级		

## 附录 D 钛熔化焊焊缝质量分级

### D.1 钛焊缝质量分级

**D.1.1 根据缺陷的性质和数量，**钛焊缝质量分为I、II、III、IV级，IV级为不合格焊缝。

### D.2 圆形缺陷

**D.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（在测定长度时应包括尾部）等不规则形状，

包括气孔、夹渣和夹钨。

**D.2.2** 圆形缺陷点数应以被检区内缺陷最多的10mm×15mm的范围作为评定区域。

**D.2.3** 单个气孔或单个夹钨的缺陷点数，应按缺陷长度取表D.2.3-1的数值。但缺陷长度小于表D.2.3-2所示数值时，可不计缺陷点数。2个以上的缺陷，其点数应为评定区域内各缺陷点数的总和。缺陷处于评定区域的边界线上时，应把它划为该评定区内计算点数。

缺陷点数换算表 表 D.2.3-1

缺陷长径 (mm)	≤1	>1 ≤2	>2 ≤4
点数	1	2	4

可不计点数的缺陷长度 (mm)

表 D.2.3-2

母材厚度 T	缺陷长度
≤10	0.3
>10~20	0.4
>20~25	0.7

### D.3 等级评定

**D.3.1** 等级评定。

(1) 等级评定应按缺陷点数根据表D.3.1进行。表中数字表示缺陷点数的允许限度。但缺陷长度超过母材厚度30%或4mm(取两者中的较小值)时，应评为IV级。

等级评定 表 D.3.1

质量等级	母材厚度 (mm)	≤3	>3~5	>5~10	>10~20	>20~25
	I	1	2	3	4	5
II	2	4	6	8	10	
III	4	8	12	16	20	
IV	缺陷点数多于III级者					

注：接头中母材厚度不同时，应以较薄的板厚为准。

另外，缺陷长度即使小于表D.3.1所示数值，但在评定区域内，评为I级的有10个以上，评为II级的有20个以上，评为III级的有30个以上时，均应下降一级。

(2) 有裂纹或未焊透、未熔合等缺陷时，一律评为IV级。

## 附录 E 可扩大评定区的处理办法

**E.0.1** 当评定区内缺陷点数超过规定的级别，且不超过图E.0.1中规定的上限值，附近的缺陷点数又较多时，可将评定区沿焊缝方向扩大到3倍，求出缺陷的总点数，取其1/3进行评定。

**E.0.2** 当缺陷点数超过图中的上限值时，则不能用此方法进行评定。

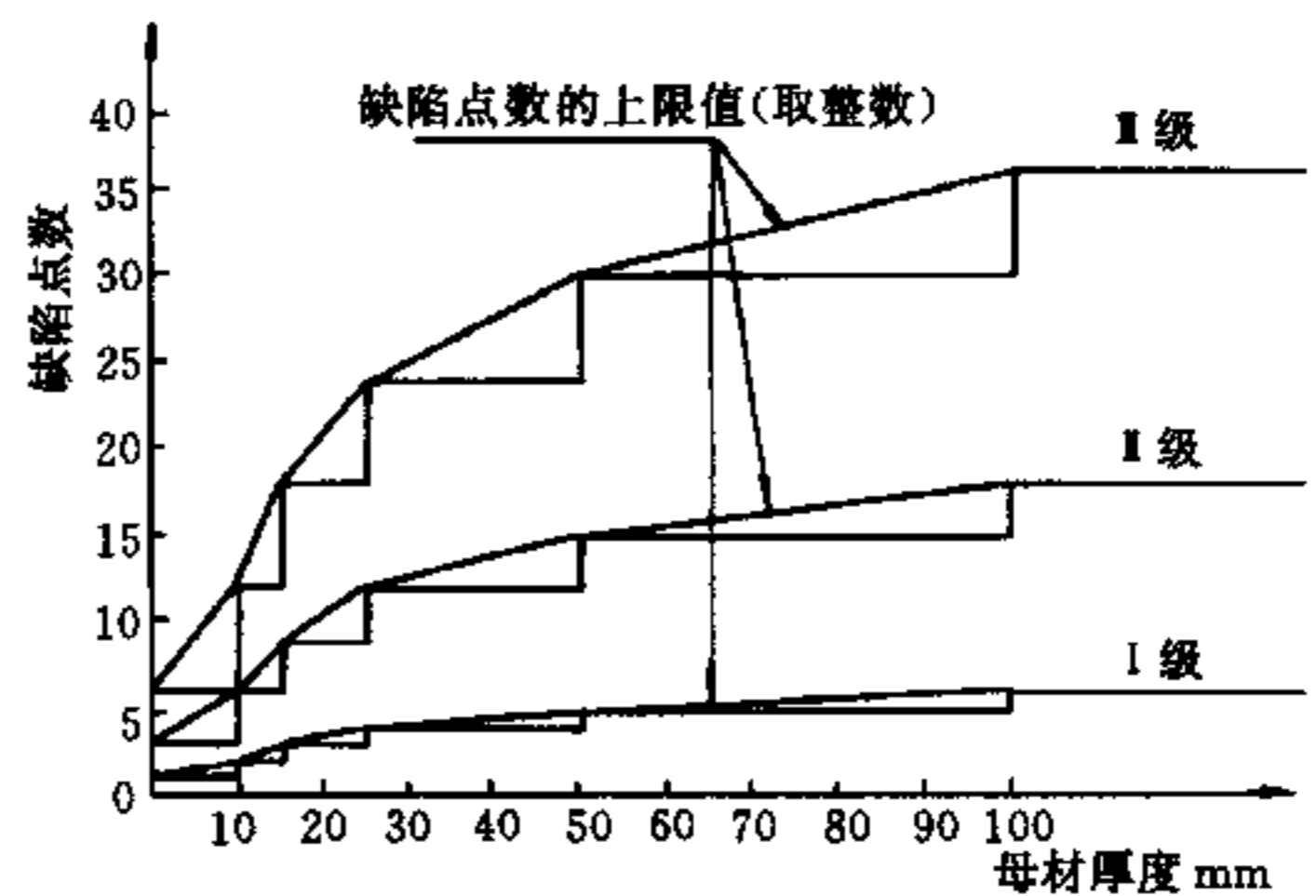


图 E.0.1 可扩大评定区的范围

### 附加说明

#### 主编单位和主要起草人

主编单位：中国工程建设标准化协会结构焊接委员会

主要起草人：程训义 张正先 舒新阁 莫胜珪 史春生



中国工程建设标准化协会标准

建筑安装工程金属熔化焊焊缝  
射线照相检测标准

CECS 70:94

条文说明

## 1 总 则

1.0.1 检修工程与安装工程就焊接而言，其特点及质量要求是一致的。所以本标准亦适用于检修工程。

1.0.2 相关国家标准及专业标准是指工程所涉及的国家及专业强制执行标准及技术文件或合同中确认采用的推荐性标准。

1.0.3 因为只有在射线照相检测的整个过程中执行本标准的有关规定，才能达到本标准预期的检测质量要求。

## 2 一般规定

### 2.1 射线照相检测单位的条件

射线照相检测单位是指建筑安装施工单位、工程建设单位、工程监理单位所属或受雇于以上单位的从事射线照相检测的工作部门。

2.1.1 因为只有具备规定的全部条件，才可能有有效的完成建筑安装工程射线照相检测工作。

2.1.2 所列为必要的检测设备及设施。

2.1.3 所列为必要的检测人员。

2.1.4 根据目前实际情况，必须增加的保证工作道德的条款。

### 2.2 射线照相检测工作人员条件

2.2.1 建筑安装工程焊接由于在现场环境条件下进行，焊接施工有许多不同于厂房车间内焊接的特点。所以从事检测的工作人员除必须掌握其所从事射线照相检测工作相应的技术知识外，尚应掌握建筑安装工程金属熔化焊接的基本知识。

2.2.2、2.2.3 参照 GB3323 有关规定。

2.2.4 本条根据目前实际情况而提出的约束检测人员行为的规定。

### 2.3 射线照相检测工作程序

合理的检测程序是保障检测工作质量的关键条件，本标准对此作了必要的规定。

2.3.1 检测工作名称、设计图样名称及编号，工程执行的标准，检测数量，有需要的尚应说明被检测焊件的位置及在工序中检测工作进行的时间。这些影响检测工作质量的基本条件，由委托方以书面形式发出才能更好的保证其准确性。

2.3.2 检测单位制定的书面射线照相检测程序是照相检测工作实施的依据，所以本标准规定了书面程序应包含的内容。

### 2.4 射线照相检测焊缝的数量

2.4.1 工程施工单位为检查控制焊接工艺实施及焊工操作水平而进行的射线照相检测，是施工单位对施工质量进行自控的一种措施，不是工程质量评定的依据，所以数量可以根据施工单位的实际情况自行决定。

2.4.2 参照 GBJ236 有关条款。

2.4.3 事实上现场确实存在由于结构或其它条件限制（如条件过窄无法贴片或放置射线源等），而不能满足全部焊缝或规定的局部焊缝照相检测数量的情况。由于过去标准没有这方面的规定，现场处理时经常扯皮，或处理时宽严不当。所以这里对处理程序提出了明确的规定。

2.4.4 同上，也是根据目前现场实际发生问题而作的规定。

### 2.5 局部射线照相检测焊缝位置

2.5.1 国内相关工程标准（如油罐、贮罐标准）对局部检测焊缝位置都有具体规定，由于内容较多变化也较大，所以不便于在本标准内作统一规定。

2.5.2 这是为检查员规定的确定检测焊缝位置的原则。因为目前只在一部分工程建设标准（如油罐及圆筒形大形贮罐标准）中指定了局部射线照相检测的位置，还有一部分工程标准（如管道工程）难以在标准中作具体的规定，只能由检查员在现场指定。

2.5.3 由于检测位置应当符合 2.5.2 条规定原则才能满足局部射线照相检测预期达到的对工程质量控制效果。而由施工人员或照相人员自行决定往往从期望较高的合格率或方便透照工作观点出发很容易违背 2.5.2 条规定的原则。

2.5.4 根据目前现场有些检查员不熟悉射线照相应具备的基本条件，指定的检测部位事实上不能照相的实际问题需要处理而提出的规定。

### 2.6 射线照相检测焊缝应具备的条件

2.6.1 减少不必要的射线检测数量。

2.6.2 避免不规则表面图像对形成照相影像的干扰。

2.6.3 满足照相检测区域图像清晰、便于贴片

的需要。

2.6.4 在工件上作永久标记是为了检测后对被检测部位进行核查(包括检修工程时的核查)定位的需要。当不允许或不可能作出永久性标记时(如:低合金高强钢或其它表面缺口有严格要求或光洁度有严格要求的结构),用油漆标记只能临时的供施工及检修检测之后立即核查时用。而时间久远油漆脱落,只能用草图准确的以不动参照物标出的被检焊缝位置来进行核查时的定位了。

### 3 射线照相工艺

#### 3.1 射线源能量的选择

3.1.1 能量选择按 ZBJ04004 第 11 条规定执行。

#### 3.2 射线照相质量等级

质量等级的规定与 GB3323 标准相同。

#### 3.3 胶片的分类和选择

3.3.1 工业射线照相胶片的类型按 ZBJ04004 第 9.1 条的规定。此规定基本与美国 ASTM E94 《射线检测导则》的规定相同(见表 1)。

3.3.2 由于工业射线照相胶片的类型与美国 ASTM E94 规定相同,所以本标准表 3.3.2 不同厚度的钢、铝、青铜和镁用的射线照相胶片采用了 ASTM E94 的规定。

表 1, 为美国 ASTM E94 《射线检测导则》规定的四种射线照相胶片的一般特性。

四种射线照相胶片的一般特性 表 1

胶片类型	胶片特性		
	速度	梯度	粒度 <sup>③</sup>
1	低	很高	很细
2	中	高	细
3	高	中	粗
4 <sup>①</sup>	很高 <sup>②</sup> 中 <sup>④</sup>	很高 <sup>②</sup> 中 <sup>④</sup>	中 <sup>④</sup>

注: ① 正常条件下都用荧光增感屏;  
 ② 使用荧光增感屏时的情况;  
 ③ 粒度主要代表荧光增感屏的情况;  
 ④ 直接曝光或用铅屏时的情况。

#### 3.4 增感屏

3.4.1 与 GB3323 规定相同。

3.4.2 针对铅屏使用时容易产生问题而提出的防止铅屏假象和铅斑的规定。

轻金属透照时由于射线能量较低不宜采用较厚的前屏。

3.4.3 荧光屏使用中极易造成干扰底片影像的假象。针对易发生的问题,规定了本条要求。

3.4.4 增感屏与胶片紧贴是达到满意增感效果的基本条件。

#### 3.5 像质计(透度计)

3.5.1 像质计的要求是用以控制射线照相透照技术、胶片处理及获得照相底片质量的。由于像质计与缺陷并不是处于同一个层面(对于射线方向而言),所以它不可以作为比较缺陷大小用的尺寸标准。目前虽然从 GB3323 中只规定了线形像质计的应用,但是事实上工程中还使用了其它类型的像质计。所以规定了也可以使用其它类型像质计。

3.5.2 本条是参照国内标准制定的,本标准表 3.5.2 像质计的选用与 GB3323 规定相同。

3.5.3 本条为使用其它类型像质计规定了要求,使其置于控制之中。

3.5.4 本条与 GB5618 规定相同。

#### 3.6 标记使用的符号及字码

3.6.1 目前尚没有统一标准前,标记的符号、数码、字母或文字按书面程序规定使用。至少可以保证在一个工程中不会造成混乱,以满足资料准确便于查核的要求。

3.6.2 本条是参照现行情况提出的要求。

#### 3.7 曝光曲线

根据 GB3323 规定,制定了第 3.7.1、3.7.2 条,目的是为了更准确的使用曝光曲线,以提高射线照相检测的质量。

#### 3.8 透照方式

3.8.1 透照方式为求统一,均按 GB3323 规定执行。

3.8.2 对于平板焊缝本条规定是最为合理的透照法。

3.8.3 T 型接头、角接头及搭接接头都是建筑安装工程中常见的结构形式,所以加以规定。

3.8.4 本条主要指大直径的卷管及圆筒形贮罐等,均可视为平板结构。

**3.8.5** 双壁双影法用于小直径管道的环状焊缝射线照相检测,射线源可以置于垂直于焊缝纵轴的平面内,此时所获得的是重叠的焊缝影像,对于显示气孔、夹杂、根部未焊透及垂直焊缝表面方向的裂纹较为有利,但不能准确的判定缺陷位于焊缝中的位置及发现位于坡口边的未熔合。当射线源偏置时,可以获得不重叠的上下焊缝形成的椭圆形影像。这样可以提高发现偏置一侧坡口未熔合的可能,及判断缺陷位置的可能。所以在采用双壁双影法时射线源的位置最好采用二种。第3.8.5.1、3.8.5.2款采用了美国金属学会编的金属手册第八版11卷《无损检测与质量控制》所提出的确定正确曝光次数及方向。适用于直径小于等于89mm的管道。

**3.8.6** 管径较大时由于位于射线源侧的焊缝影像会放大失真,几何不清晰度也会增加,所以推荐用双壁单影法只评定紧贴胶片的那段焊缝影像。第3.8.6.1、3.8.6.2款条文是保证影像满足显示全部环焊缝及更好的清晰度而作的规定。

**3.8.7** 因为双壁透照影像质量肯定是比单壁透照的环缝外透法(或内透法)影像质量差,所以规定应采用环缝外透法(或内透法)进行透照。

**3.8.8** 本条规定能满足被检测焊缝影像全部清晰显现的要求。

### 3.9 几何条件

为了满足全部被检测焊缝都能显出清晰影像的要求,几何条件有关规定与GB3323基本相同。但在第3.9.2条中根据透照方式有关规定作了补充规定,第3.9.3条中由于本标准采用了照相底片质量A、B两级的规定(目前国外标准也多为两级,ZBJ04004—87也只分两级),所以没有AB级的要求。

#### 3.10 像质计的安放位置及数量

**3.10.1** 这是对线形像质计以外其它像质计安放位置及数量所作的规定。以符合相关工程设计图样或工程合同及必须满足的三项基本条件来保证像质计的正确使用。

**3.10.2** 线形像质计的放置位置及数量有关规定与GB3323规定相同。

#### 3.11 定位标记及识别标记的放置

**3.11.1** 定位标记是显现在底片上,用以确定

底片对应于工件的位置。标记方法、符号按本规范第2.3.2条在书面照相检测程序中的规定。工件上所作的永久标记按本规范第2.6.4条规定。本条确保了底片上定位标记与永久标记的吻合。搭接标记可以确定连续的底片影像之间的关系。

**3.11.2** 规定了识别标记的内容及要求。

#### 3.12 暗盒及暗盒放置

由于暗盒本身的质量不良或者暗盒的使用不当经常影响照相检测底片质量。第3.12.1、3.12.2、3.12.3、3.12.4条针对暗盒质量及暗盒的使用放置提出了规定。

#### 3.13 无用射线及散射射线的屏蔽

无用射线及散射射线的屏蔽是必要的。第3.13.1、3.13.2条的规定与GB3323及ZBJ04004有关规定相同。

#### 3.14 照相操作

现场进行射线照相操作时,由于被检工作物经常是未安装完毕尚未固定的,而射线源又经常是临时搬运放置的,所以规定它们必须安放稳定,不发生晃动和位移是有必要的。

## 4 胶片的暗室处理与底片观察及焊缝质量分级

### 4.1 胶片的暗室处理

胶片的暗室处理在建筑安装工程中较普遍的是在临时的较为简陋的暗室中进行的。整个胶片处理过程中污染是个严重问题。第4.1.1~4.1.8条是针对现场处理胶片易发生问题而制定的规定。

### 4.2 底片的质量

本标准底片质量采用了《控制射线照相图像质量的方法》(ZBJ04002—87)中射线照相质量等级分为A级(普通级)和B级(高灵敏度级)的规定,因为国外大多数标准都是这样分级的。

**4.2.1** 黑度要求按GB3323的规定执行。

**4.2.2** 像质要求按GB3323规定执行,但在4.2.2.2中对使用其它类型的像质计时规定其像质计显示应符合相关标准的规定。

4.2.3 影像识别要求与 GB3323 规定相符。

4.2.4 不允许存在假象要求与 GB3323 相同。

### 4.3 底片的观察

4.3.1、4.3.2 底片观察环境及观片灯参照 GB3323 及 ZBJ04004 规定执行。

4.3.3 本条对底片观察按合理的程序进行了规定。

### 4.4 照相底片焊缝质量评定

4.4.1 钢熔化焊焊缝质量分级目前我国除采用 GB3323 外，还经常在不同工程中采用与工程相关的其它一些分级标准。这一做法在国际上也是通行的。所以这里明确规定：当工程采用其它评定标准时，应在报告中说明。

4.4.2 理由同 4.4.1。

4.4.3 其它金属由于国内尚无通用的标准，我们根据我国应用较多的国外标准所作的规定在附录 D 中列出。

### 4.5 钢熔化焊焊缝质量分级

GB3323《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》运用范围是钢熔化焊对接接头（焊缝）。而本规范适用范围是熔化焊焊缝，对接头形式没有限制。但比较国外的一些标准（如 JISZ3104 等），也并不是只适用于对接接头的标准。而国内现在钢结构射线照相检测也是采用 GB3323 的质量分级的。所以本标准采用了 GB3323 的分级标准。

## 5 检测报告、不合格及有争议底片处理、检测工作抽查

### 5.2 不合格底片的处理

5.2.1 目前，工程建设中对于不合格底片处理没有规定。工程检查中经常发生没有及时处理的不合格底片混入合格底片中，从而影响工程质量评定的准确性。所以明确规定不符合本标准要求的底片，不得作为评定工程焊缝质量的依据，应及时予以报废销毁。如留作参考时，应在底片上剪角或打孔标记，以免与合格底片混淆。

5.2.2 不合格底片不作为工程质量评定的依据，所以此部分底片处理由施工单位自己决定。

### 5.3 对有争议底片的处理

对底片质量或底片焊缝质量评定在工程中时有发生争议的情况。因为在这些评定中确实有一定的主观成分，在这种情况下如果迁就一方意见很可能造成误判。所以对原检测位置焊缝进行补充透照，以期获得更高质量的底片或更清楚的显现该位置焊缝及争议对象的影像，为准确评定提供更可靠的基础。但仍有争议时，就应当怀疑使用射线照相检测是否恰当而改用其它检测方法。

### 5.4 射线照相检测工作的抽查

根据目前我国工程施工部门、检查部门、检测部门常常从属于一个领导，甚至施工部门及检测部门为同一个利益单位的实际情况，确实是很有必要对射线照相检测工作进行抽查的，所以本标准对此作了相应的规定。

5.4.1 为保证复核抽查的准确而制定的要求。

5.4.2 抽查复核合格的规定只要求与检测结果相符。

5.4.3 差异只是表现在评定上反映出评定工作中可能存在的问题，所以对原照相底片进行抽查评定。如在影像上存在重大差异，表明检测人员未能按规定位置进行检测，资料的准确性存在问题，这是较为严重的事故。所以应对检测工作进一步核查，在最接近原透照日期及透照位置的射线照相检测位置抽查复核两个部位，如仍存在影像的重大差异时，证明这不是偶发事故，应对该组透照人员在该工程所有进行的检测项目进行复查。

## 6 施工现场射线照相防护

6.0.1 按 GB4792 第 1.3 条规定施工现场射线照相工作在其适用范围内，必须执行该标准有关规定。

6.0.2 施工现场人员活动较为频繁，所以射线照相工作宜安排在其它工作人员不在现场作业的时间进行。

6.0.3 放射工作人员的剂量限制在 GB4792 第 2 条放射工作人员的剂量限值中有详细规定。

6.0.4 公众个人的剂量限值在 GB4792 第 3 条公众个人的剂量限值中有详细规定。

6.0.5 本条是参照国内外标准所作的规定。

## 附录 A 熔化焊接接头透照厚度

熔化焊接接头透照厚度是根据本标准所涉及的接头种类制定的。

## 附录 B 有效焦点尺寸的计算

有效焦点尺寸的计算采用了国标 GB3323 规定的内容。

## 附录 C 铝熔化焊焊缝质量分级

铝熔化焊焊缝质量分级采用的是目前国内多

项引进工程采用的、普遍反映较为符合我国国情、并与原来评级习惯较为接近的日本 JISZ3105—84《铝焊缝的射线照相检验方法和底片评级方法》中的有关规定内容。

## 附录 D 钛熔化焊焊缝质量分级

钛熔化焊焊缝质量分级与理由同附录 C，采用了 JISZ3107—1983《钛焊缝的射线照相检验方法和底片评级方法》的有关规定。

## 附录 E 可扩大评定区的处理方法

可扩大评定区的处理方法采用了 GB3323 的内容。