

# 钢薄板熔焊对接接头 X 射线照相检验方法

## 1 范围

### 1.1 主题内容

本标准规定了不锈钢、碳钢、低合金钢熔焊对接接头(以下简称焊缝)X 射线照相检验方法的一般要求和详细要求。

### 1.2 适用范围

本标准适用于焊缝母材厚度范围为 0.15~4.0mm,焊缝形状为平板焊缝和构件的纵向焊缝。其他焊缝的检验亦可参照使用。

## 2 引用文件

GB 4792 放射卫生防护基本标准

GB 5618 线型象质计

GJB 593.2 无损检测质量控制规范 X 射线照相检验

QJ 2558 航天无损检测人员技术资格鉴定规则

## 3 定义

本章无条文。

## 4 一般要求

### 4.1 人员资格

X 射线检验人员的资格应符合 QJ2558 的规定。

### 4.2 X 射线防护

X 射线的安全防护必须符合 GB4792 的规定。

### 4.3 设备与器材

#### 4.3.1 X 射线探伤机

4.3.1.1 一般应选用具有小焦点( $<1.0\text{mm}$ )的 X 射线机,其有效焦点尺寸按附录 A(补充件)计算。

4.3.1.2 管电压调节范围至少为 40~150kV。

4.3.1.3 优先选用铍窗口 X 射线机。

#### 4.3.2 胶片

4.3.2.1 工业射线照相用胶片按其性能分类见表 1,胶片类别及其型号对照见附录 B(参考件)。

4.3.2.2 胶片的灰雾度  $D_0$  不得大于 0.20,其他要求均应符合 GJB 593.2 第 5.1 条的规定。

#### 4.3.3 增感屏

一般按表 2 选用铅箔增感屏,不得使用荧光增感屏或金属荧光增感屏。

表1 胶片类别及其主要性能

胶片类别	胶片主要性能			
	粒度	平均斜率	感光速度	解相力
J1	微粒	最高	最慢	最高
J2	细粒	很高	慢	高
J3	中等	高	中等	中等
J4	粗粒	低	快	低

表2 铅箔增感屏选用

管电压 kV	前屏厚度 mm	后屏厚度 mm
≤100	不用	不用或≤0.03
>100~160	0.02~0.03	≥前屏厚度

#### 4.3.4 象质计

4.3.4.1 使用线型象质计测定照相灵敏度时,金属线的材质应与被检焊缝相同或相近。

4.3.4.2 用于透照较小厚度的专用象质计如图1和图2所示,其金属线编号及其直径如表3所示,线直径偏差均为其5%。当透照厚度较大时,也可使用 GB5618R'10'系列象质计。

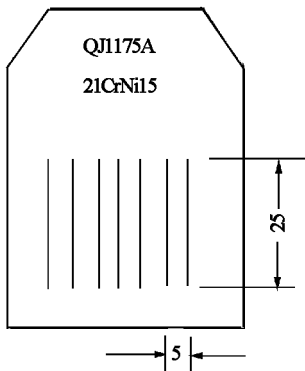


图1 不锈钢象质计

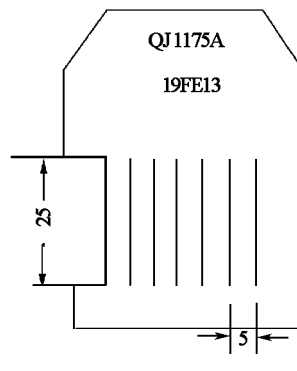


图2 钢象质计

表3 金属线编号及其直径

mm

线编号	13	14	15	16	17
线直径	0.200	0.160	0.125	0.100	0.080
线编号	18	19	20	21	—
线直径	0.063	0.050	0.040	0.032	—

#### 4.3.5 光学密度计

光学密度计测量范围为0~4.0,测量误差不大于±0.05。

#### 4.3.6 观片灯

观片灯应产生均匀漫散射光,其亮度可调,最大亮度不低于100000cd/m<sup>2</sup>,且照明区大小可随观片尺寸需要加以遮挡或调节。

### 4.3.7 放大镜

需要观察底片影象的细节或测量缺陷大小时,可选用3~10倍带刻度的放大镜。

## 5 详细要求

### 5.1 焊缝表面要求

焊缝和热影响区表面应无焊瘤、焊渣、飞溅等残留物,其他不规则状态在底片上的影象不应掩盖焊缝缺陷或与之相混淆,否则应进行适当的修整或返修焊,并经表面检验合格。

### 5.2 胶片选用

当母材厚度小于2.0mm时,应选用J2类胶片。当母材厚度大于或等于2.0mm时,可选用J3类胶片,但不得使用J4类胶片。

### 5.3 透照

5.3.1 一般采用单胶片透照,当母材较薄而余高较高时,可采用双胶片透照,即在同一暗袋内装入两张感光速度不同的胶片,以分别观察焊缝和热影响区的缺陷。

5.3.2 使中心x射线束对准被检焊缝区段的中心,并在该点与被检区的平面或切平面相垂直,当在此透照方向有困难或不可能时,也可选择较为有利于发现缺陷的方向进行透照。

5.3.3 优先采用单壁透照方式,当完全不可能时才采用双壁单影透照方式。

5.3.4 每次透照焊缝的有效长度不大于焦点至焊缝表面距离的1/2。

5.3.5 透照厚度按表4计算,余高 $h$ 按正面余高 $h_1$ 和反面余高 $h_2$ 之和计算。当焊缝两侧母材厚度 $\delta$ 不同时,则以其中较薄的母材厚度计算。

表4 透照厚度

mm

透照方式	焊缝余高	透照厚度 $\delta_A$
单壁透照	无余高	$\delta$
	单面余高	$\delta + h_1$ 或 $\delta + h_2$
	双面余高	$\delta + h_1 + h_2$
双壁透照	无余高	$2\delta$
	单面余高	$2\delta + h_1$ 或 $2\delta + h_2$
	双面余高	$2\delta + h_1 + h_2$

### 5.4 象质计应用

5.4.1 透照时将象质计放在射线源一侧焊缝表面,位于有效透照长度的一端,使金属线垂直横跨于焊缝,且细线在外侧。

5.4.2 当象质计不能安放在射线源一侧时,也可安放在胶片一侧,但此时应在象质计代号后附加铅字“F”,以示区别,并按GJB 593.2第6.4.2.3条规定做灵敏度对比试验。

5.4.3 采用定向透照方式时,每次透照均应安放1个象质计;采用周向360°全景透照方式时,则应每隔90°安放1个象质计。

### 5.5 标记

5.5.1 标记分为定位标记和识别标记。定位标记即为被检焊缝分段搭接标记( $\uparrow$ );识别标记应包括焊件编号、焊缝编号、分段编号和表示返修焊标记 $R_1, R_2, \dots$ ( $R$ 表示返修、下角标1、2分别表示返修焊次数)。

5.5.2 各种标记应安放在距焊缝边缘至少为5mm的适当位置,分段搭接标记安放在焊缝有效透照长度的两端。

5.5.3 可采用详细透照部位草图或其他有效方法注明标记及其位置,以此作为重新透照或缺陷返修定

位的依据。

### 5.6 散射线遮蔽

5.6.1 可使用铅板或光栏等遮蔽被检焊缝之外的区域,以减少散射线的有害影响。

5.6.2 胶片暗袋背面应放置适当厚度(1~3mm)的铅板,使铅板、胶片袋与焊缝贴紧,以遮蔽背散射线。

### 5.7 曝光参数

5.7.1 不同透照厚度允许使用的最高管电压一般不超过图3的规定。

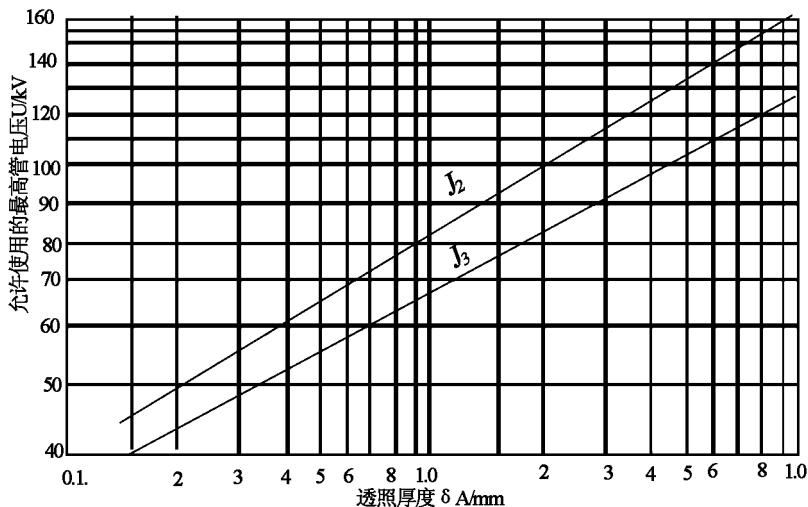


图3 允许使用的最高管电压

5.7.2 焦点至被检焊缝表面的距离一般在 600~1200mm 的范围内选取,当选用有效焦点小于 1.0mm 的小焦点 X 射线机透照时,此透照距离可适当缩短。

5.7.3 曝光量一般不小于 15mA·min。

### 5.8 暗室处理

胶片暗室处理按 GJB593.2 第 6.7 条规定执行。

### 5.9 底片影象质量

5.9.1 在焊缝有效评定区域内无缺陷处的底片密度  $D$ (包括灰雾度  $D_0$ )为 1.8~3.5。

5.9.2 象质计的选用及其位置应符合第 4.3.4 条和 5.4 条规定,标记应符合 5.5.1 条和 5.5.2 条的规定。

5.9.3 象质计灵敏度应达到表 5 的规定。但碳钢、低合金钢焊缝的透照厚度小于或等于 2.0mm 时,在底片上应能分辨  $\phi 0.05$ mm 的金属线影象。

5.9.4 在有效评定区域内不得有乳剂膜脱落及其他影响底片观察和质量评定的假缺陷。

### 5.10 评片

4.10.1 评片室应符合 GJB593.2 第 3.4 条规定。

4.10.2 评片前应经历一定的暗场适应时间。当评片人员从明亮的阳光下进入评片室时,需要 5~10min 的适应时间;从一般光线的房间内进入评片室时,适应时间约 3min,在连续评定下一张底片前至少需要 30s 的再适应时间。

表 5 象质计灵敏度要求

mm

透照厚度 $\delta_A$	金属线编号	应分辨的金属线直径 $\phi$	
		不锈钢	碳钢、低合金钢
$\leq 0.6$	21	0.032	0.050
$> 0.6 \sim 1.2$	20	0.040	0.050
$> 1.2 \sim 2.0$	19	0.050	0.05
$> 2.0 \sim 3.0$	18	0.063	00.063
$> 3.0 \sim 4.5$	17	0.080	0.080
$> 4.5 \sim 6.0$	16	0.100	0.100
$> 6.0 \sim 8.0$	15	0.125	0.125
$> 8.0 \sim 10.0$	14	0.160	0.160

4.10.3 焊缝的质量等级评定应按焊接技术条件或设计要求进行。

#### 5.11 技术文件

5.11.1 X射线检验图表的格式可参照 GJB593.2 附录 D(参考件)。

5.11.2 检验记录应符合 GJB593.2 第 7.2 条规定。

5.11.3 检验报告格式可根据需要自行设计,其内容至少应包括:

- a. 焊接名称、图号、材质及其母材厚度;
- b. 焊缝技术条件编号及质量等级要求;
- c. 缺陷种类、评定结论及返修情况;
- d. 评片和审核者签名及日期等。

检验报告应由本专业 II 级或 II 级以上人员签发。

#### 5.12 资料存档

检验记录、检验报告(副本)及底片等资料文件应设专人妥善存档,存档期不得少于 5 年,以备随时核查。

## 附录 A

### 有效焦点尺寸计算

(补充件)

A1 X射线管有效焦点尺寸  $d$  按以下公式计算:

a. 方形焦点

$$d = a \dots\dots\dots (A1)$$

b. 长方形或椭圆形焦点

$$d = (a + b)/2 \dots\dots\dots (A2)$$

c. 圆形焦点

$$d = a \dots\dots\dots (A3)$$

不同形状的焦点及尺寸见图 A1

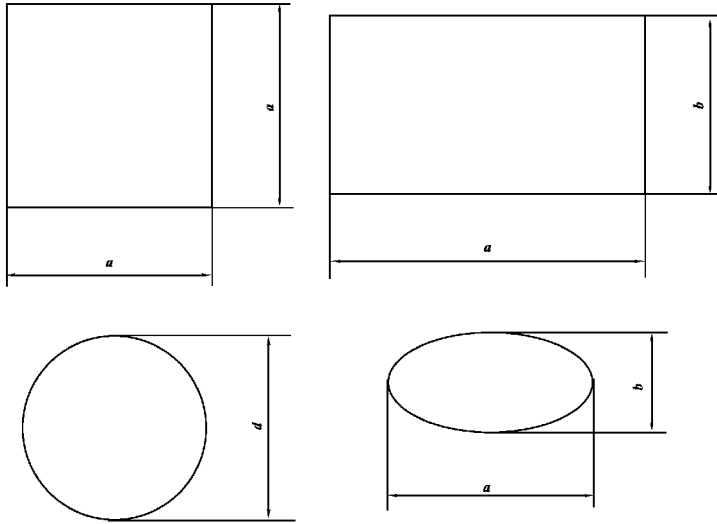


图 A1 不同形状的焦点及尺寸

## 附录 B

### 胶片类别及型号对照

(参考件)

B1 国内外部分不同牌号的胶片类别及型号对照见表 B1(不包括 J4 类胶片)。

表 B1 胶片类别及型号对照

胶片牌号	胶片类别及其型号		
	J1	J2	J3
三环(天津)	—	V	IV—C、III
柯达 Kodak	R、M	T	AA
杜邦 Duponi	45	55	65、75
爱克发 Agfa	D2	D4、D5	D7
富士 Fuji	50 #	80 #	100 #