



查特中汽深冷特种车（常州）有限公司

Chart Cryogenic Engineering Systems (Changzhou) Co., Ltd.

# 数字探测器阵列检测人员培训大纲

文件编号 No.: ZQ/QC10.02-2013(O)

编制 Prepared by : \_\_\_\_\_ 日期 Date : \_\_\_\_\_

审核 Reviewed by : \_\_\_\_\_ 日期 Date: \_\_\_\_\_

批准 Approved by : \_\_\_\_\_ 日期 Date : \_\_\_\_\_

未盖受控章的打印/复印件无效

Printed and copied documents are uncontrolled unless stamped CONTROLLED stamp.

## 一. 数字成像 RT 技术的基础知识

### 1. 数字化射线检测技术的发展

所谓射线实时成像检测技术,是指在曝光的同时就可观察到所产生的图像的检测技术。这就要求图像能随着成像物体的变化迅速改变,一般要求图像的采集速度至少达到 25 帧/秒(PAL 制)。上世纪 70 年代以后,实时成像检测技术和质量都得到了很大改进,这主要包括:

1. 采用图像增强器代替简单的荧光屏,实现图像亮度和对比度增强;
2. 采用微焦点或小焦点射线源,以投影放大方式进行射线照相;
3. 引入数字图像处理技术,改进图像质量。

### 2. 非晶硅型数字探测器的原理

#### A. 非晶硅数字平板结构:

由玻璃衬底的非晶硅阵列板,表面涂有闪烁体——碘化铯,其下方是按阵列方式排列的薄膜晶体管电路(TFT)组成。TFT 像素单元的大小直接影响图像的空间分辨率,每一个单元具有电荷接收电极信号储存电容与信号传输器。通过数据网线与扫描电路连接。

#### B. 非晶硅平板成像原理:

X 射线首先撞击其板上的闪烁层,该闪烁层以与所撞击的射线能量成正比的关系发出电子,这些光电子被下面的硅光电二极管阵列采集到,并且将它们转化成电荷,X 射线转换为光线需要中间媒体——闪烁层。

硅元件按吸收射线能量的多少产生正比例的正负电荷对,储存于薄膜晶体管内的电容器中,所存的电荷与其后产生的影像黑度成正比。扫描控制器读取电路将光电信号转换为数字信号,数据经处理后获得的数字化图像在影像监视器(显示器)上显示。图像采集和处理包括图像的选择、图像的校正、噪声处理、动态范围、灰阶重建,输出匹配等过程,在计算机控制下完全自动化。上述过程完成后,扫描控制器自动对平板内的感应介质进行恢复。上述曝光和获取图像整个过程一般仅需几秒至十几秒。

目前的非晶硅的空间分辨率尚不如胶片。

### 3. 转换屏的厚度与分辨率的关系

外层的光子转换屏越厚,转换的可见光就越多,但同时系统能够记录的最小细节尺寸会随之增大;光电二极管的间距被叫做数字图像的像素间距,间距越大,电荷转换效率越高,但它又限制着系统能够辨别的最小细节尺寸,过大的像素间距会导致一些细小特征无法成像或辩论。

### 4. DR 技术与传统胶片技术的优缺点

#### 1. 传统胶片技术

- (1) 缺陷分辨率比较高;
- (2) 检测过程复杂,检测时间长;
- (3) 胶片保存、管理难以及废弃药水对环境有污染;
- (4) 无法实现传输带批量检测和缺陷的自动判读。

## 2. 数字射线技术

- (1) 速度快，可以达到 30 帧/S；
- (2) 可以实现资源共享及远程判读；
- (3) 检测质量达不到胶片高级水平是难点，也限制了工程应用；
- (4) 信噪比高、对比度灵敏度高；
- (5) 像素尺寸（固有不清晰度）大、分辨率低；
- (6) 平板不能弯曲，环缝透照图像端头几何不清晰度大；
- (7) 动态范围较大。

## 5. DDA（数字探测器阵列）定义

数字阵列探测器（DDA）系统——一种电子装置：电离或穿透性辐射信号进入非关联阵列后，相当于将辐射能传输至装置的输入区，原模拟信号转换为可供计算机显示的数字图像信号。首先是电离或穿透性辐射信号通过闪烁体将其转换为可见光，然后，转换为电信号。这些装置能从许多秒生成一幅图像到一秒生成许多幅图像，实时成像需要达到或者超过一定的帧率（通常每秒 30 帧）。

## 二. 相关标准具体要求（Q/320411AVW004-2013）

### 1. 适用范围：

本标准用于制作焊接接头的金属材料包括碳素钢、低合金钢、奥氏体不锈钢、铝及铝合金，其厚度范围为 2mm-40mm。

### 2. 人员

5.1.1 从事射线检测的人员应通过辐射安全知识培训，并取得《放射人员证》。

5.1.2 从事特种设备无损检测的人员应取得特种设备无损检测资格证书，方可从事相应级别的检测工作。

5.1.3 从事数字探测器阵列（DDA）X 射线成像技术和设备的检测人员应经过数字成像技术的专业培训，了解与数字成像技术相关的知识，掌握数字成像系统（包括源-探测器系统、计算机及软件系统）的操作方法。

### 3. 检测环境及辐射防护

4.2.1 检测环境应满足系统运行对环境（温度、湿度、接地、电磁辐射等）的要求。具体

未盖受控章的打印/复印件无效

要求如下:

- a) 操作室内温度 10 至 25 摄氏度,相对湿度不大于 80% ;
- b) X 射线曝光室同温度 5 至 35 摄氏度,相对湿度不大于 80% , 室内应有抽风装置;
- c) 检测设备外壳应有接地,射线机高压发生器应有独立的地线,电阻不大于 1 欧姆;
- d) X 射线曝光室应通过环评后方可使用。

4.2.2 X 射线辐射防护条件应符合 GB18871 和 GBZ117 的有关规定。具体应按照企业辐射防护与安全保卫制度执行。

#### 4 设备和器材

##### A. X 射线机系统

5.1.1 应根据被检工件的结构尺寸、焊接接头的厚度、材质和焦距大小,选择 X 射线机的能量范围。为提高成像质量,宜选选择小焦点、高频恒压 X 射线机。

5.1.2 本企业使用 X 射线机应为高频恒压 X 射线机。型号:MG325 ;焦点尺寸:0.4/1.0 ;最大功率 1800W , 最大管电压 320kV 。

5.1.3 当现有的 X 射线机不能满足检测要求或有更先进的检测设备时,企业可选择使用不低于现有设备性能的 X 射线机。

##### B. 阵列探测器系统

5.2.1 根据被检工件的焊接接头的厚度、焊缝种类和焦距,选择数字探测器阵列种类和规格。

5.2.2 探测器像素尺寸应满足系统分辨率和图像不清晰度的要求。

未盖受控章的打印/复印件无效

5.2.3 探测器成像区尺寸应能保证足够的透照长度和搭接长度。

5.2.4 本企业使用数字探测器应为面阵列探测器。具体探测器型号、规格和性能指标见表 1 。

5.2.5 当使用的数字探测器种类、规格、性能指标不能满足检测要求或有更先进的探测器时，企业可选择使用不低于现有探测器性能的其他数字探测器。

表 1 探测器型号、规格和性能指标

型号	像素尺寸	最大成像范围(mm)	动态范围	灰度等级	适用透照厚度范围
XRD0822AP	200 $\mu$ m	204 X 204	88dB	16 bit	5-40mm
CMOS 1512	75 $\mu$ m	145 X 114	70dB	14 bit	2-10mm

### C. 计算机系统

5.3.1 计算机系统的配置应满足数字成像系统对性能和速度的要求，且满足检测效率、工艺和环境的要求。宜配备较大容量的内存、硬盘、高亮度高分辨率黑白灰阶液晶显示器及记录机、网卡等。

5.3.2 当使用的计算机系统性能指标不能满足检测要求或有更先进的配置时，企业可选择使用不低于现有计算机性能的其他计算机系统。

5.3.3 本企业使用的显示器应符合以下最低要求：

- a) 亮度显示不低于 700cd/m<sup>2</sup>；
- b) 灰度等级不小于 11bit；

- c) 可显示的最低光强比 1: 1000 ;
- d) 图像全屏显示至少 2M 像素, 分辨率不低于 1600X1200 , 像素尺寸小于 0.3mm 。

#### D. 系统软件

5.4.1 本企业使用系统软件应具备工件运动控制、图像采集、存储和文件管理, 以及检测报告打印等功能。

5.4.2 当使用的系统软件功能指标等不能满足检测要求或软件更新升级时, 企业可选择使用不低于现有软件功能的其它系统软件。

5.4.3 图像处理功能至少应包括:

- a) 叠加降噪、灰度变换和对比度增强, 以及放大;
- b) 缺陷标记、尺寸测量与标定。

5.4.4 图像文件管理功能至少应包括:

- a) 图像文件的检索、查找、快速浏览;
- b) 图像文件的复制、格式转换。

#### E. 检测工装

5.5.1 应配置必要的检测工装。工装应根据被检工件、现场环境和检测要求进行设计和制作。

5.5.2 本企业使用检测工装至少应满足以下要求:

- a) 有足够的承载能力;
- b) 有平移、旋转等功能, 且速度连续可调;

c) 运转精度和稳定性满足检测要求。

## F. 像质计

### 5.6.1 线型像质计

5.6.1.1 线型像质计的型号和规格应符合 JB/T7902 的要求。

5.6.1.2 线型像质计的金属丝材料应与被检测工件的材料相同或相近。线型像质计材料与适用的被检测工件的材料范围对照见表 2 。

表 2 线型像质计材料与适用的被检工件的材料范围对照表

线型像质计材料代号	Fe (钢)	Al (铝)
线型像质计材料	碳钢和奥氏体不锈钢	工业纯铝
适用的材料范围	碳钢、低合金钢、奥氏体不锈钢	铝、铝合金

5.6.2.2 双线型像质计的型号和规格应符合 GB/T23901.5 的要求。

## G. 检测系统的选择

### 5 检测技术参数

#### A. 系统分辨率

表示数字探测器系统固有不清晰度指标。指在无被检工件的情况下，图像能分辨的两个相邻细节间的最小距离。测量时，双丝像质计直接放置在数字探测器上。

#### C.1 系统分辨率检验方法

将双线型像质计紧贴在探测器表面中心区域上，应与探测器的行或列成 2-5 度，按如下工艺条件进行透照，并在计算机上成像。

1) X 射线的焦点至面阵列探测器输入屏表面的距离不小于 700mm ；

2) 管电压不大于 50kV、管电流不大于 2mA，保证图像具有合适的高度和对比度。

在显示屏上观察双线型像质计的影像，观察到金属丝刚好分离的一组线对时，则该组线对所对应的值即为系统分辨率。

**B. 图像分辨率**

表示数字图像不清晰度的特性指标。指图像中能分辨的两个相邻细节间的最小距离。 $SR_b$  可用 lp/mm 表示。数字图像的不清晰度等于 lp/mm 的倒数。测量时，双丝像质计直接放置在源侧物体上。

8.3 图像分辨率要求

8.3.1 图像分辨率采用双线型像质计进行测定。

8.3.2 双线型像质计的识别方法参照 GB/T23901.5 。

8.3.3 不同检测技术等级的图像分辨率应分别满足表 8 和表 9 的规定。

表 8 AB 级方法不清晰度最大值

AB 级图像质量 双丝像质计 GB/T23901.5		
透照厚度 W (mm)	最小 IQI 和最大不清晰度值(mm)	最大分辨率 (相当于丝径或间距) (mm)
2<W≤5	D10 (0.20 )	0.10
5<W≤10	D9 (0.26 )	0.13
10<W≤25	D8 (0.32 )	0.16
25<W≤40	D7 (0.40 )	0.20

未盖受控章的打印/复印件无效



## C. 图像灵敏度

从数字图像上能够识别像质计最小线径的能力。

### 8.2 图像灵敏度要求

8.2.1 图像灵敏度采用线型像质计进行测定。

8.2.2 线型像质计的识别

8.2.3 不同透照方式和检测技术等级的图像灵敏度应分别符合表 5、6、7 的规定

表 5 像质计灵敏度值——单壁透照、像质计置于源侧

表 6 像质计灵敏度值——双壁单影或双壁双影透照、像质计置于胶片侧

表 7 像质计灵敏度值——双壁双影透照、像质计置于源侧

在图像类度均匀部位（一般是邻近焊缝的母材金属区）能够清晰地看到长度不小于 10mm 的连接金属丝影像时，则该丝认为是可识别的。专用线型像质计至少应能够识别两根金属丝。

## D. 图像分辨率的补偿

### 8.4 用图像灵敏度补偿图像分辨率的规定

如果图像分辨率达不到规定要求时，可通过提高图像灵敏度来补偿分辨率的不足。当灵敏度提高一个等级时，允许分辨率降低一个等级，这种补偿最多允许两个等级。

## E. X 射线机至工件表面的距离 (f)

## F. 探测器到工件的距离 (b)

## G. 几何放大比

射线源至探测器之间的距离  $F$  与射线源至焊缝源侧表面之间的距离  $f$  之比。

## H. 帧数

## I. 积分次数

## J. 动态范围

未盖受控章的打印/复印件无效

在线性输出范围内，数字成像系统最大灰度值与暗场图像标准差的比值。

## K. 曝光量

7.7.2.1 曝光量等于管电流与曝光时间和乘积。DDA 数字成像的曝光时间等于采帧速度与图像叠加幅数的乘积。

7.7.2.2 增加曝光量可提高信噪比和灵敏度，为保证足够的曝光量，应采用静态成像方式采集图像。

7.7.2.3 采帧速度一般不少于 200ms，图像叠加幅数一般不少于 16 次。当焦距为 700mm 时，推荐的 AB 级曝光量不少于 60mA\*s；B 级的曝光量不少于 100mA\*s。

## L. 灰度等级

对黑白数字图像明暗程度的定量描述，它由系统的 A/D 转换器（模/数转换器）的位数决定。A/D 转换器的位数越高，灰度等级越高。例如，A/D 转换器为 12bit 时，采集的灰度级为  $2^{12}=4096$ 。

### 8.1.2 图像灰度范围要求

图像有效评定区域内的灰度值范围宜控制在：AB 级，20%-80%；B 级，30%-80%。

## 6 计算机-显示器系统

### A. 几何尺寸的标定

#### 9.4 几何尺寸的标定

9.4.1 在实际检测条件下，应先将带有已知比较器尺寸（阶梯试块、专用对比试块等）放置在被检工件焊缝的表面上，与焊缝同时成像。然后将采集的比较器数字图像进行系统几何尺寸标定。

9.4.2 用系统软件多次测量比较器某个长度的像素数目并输入对度的实际尺寸，然后计算出每个像素所表示的实物尺寸；当计算值相对稳定后，将该数值确定为图像几何标定结果。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/696200205030010142>