

# 计算机射线照相(CR)技术参数 对灵敏度的影响

王军, 强天鹏

(江苏省特种设备安全监督检验研究院, 南京 210003)

**摘要:**就目前业界普遍关注的计算机射线照相(CR)中各参数对检测灵敏度的影响问题进行了分析。试验验证了X射线管电压、曝光量、不同成像板型号和扫描参数对像质计灵敏度的影响规律。最后提出了CR技术应用中需要注意的问题。

**关键词:**计算机射线照相(CR); 系统参数; 灵敏度

中图分类号: TG115.28 文献标志码: A 文章编号: 1000-6656(2011)10-0050-03

## The Effect of Technical Parameters for the Sensitivity of Computed Radiographic Testing

WANG Jun, QIANG Tian-Peng

(Jiangsu Province Special Equipment Safety Supervision Inspection Institute, Nanjing 210003, China)

**Abstract:** Computed radiography is a research hot in present NDT field. The effect of various parameters on the sensitivity was analyzed. Experiments were carried out to verify the effect of parameters on image quality, such as X-ray tube voltage, exposure, imaging plates type and scanning parameters. At last the problems needed for special concerning were concluded for CR technology.

**Keywords:** Computed radiographic testing; System parameters; Sensitivity

工业射线照相技术中, 常规的胶片照相技术的运用现在已经非常成熟, 但计算机射线照相(computed radiography, 简称CR)技术的运用在工业领域还没有得到推广, 主要原因之一, 就是目前业界还不是很了解CR各参数(包括系统参数和曝光参数)对检测灵敏度的影响。评价射线照相影像质量最重要的技术指标就是灵敏度, 因而CR各参数对灵敏度影响的问题是无法回避并亟待解决的。以下讨论CR技术参数对灵敏度的影响, 并通过试验进一步了解其作用<sup>[1-5]</sup>。

## 1 CR 技术参数与灵敏度的关系

CR技术是指将X射线透过工件后的信息记录在成像板(image plate, IP)上, 经扫描装置读取, 再由计算机生成数字化图像的技术<sup>[1]</sup>。计算机射线照

相系统是由存储磷光成像板(IP)、相应的读出装置(扫描器或读出器)和软件等组成的一个完整系统<sup>[2]</sup>。划分计算机射线照相系统的类别的依据是系统SNR值(信噪比)和不清晰度<sup>[3-4]</sup>。ASTM E 2446—2005《无损检测 计算机射线照相系统的分类》将系统分为4类, EN 14784.1—2005《无损检验-存储式磷成像板工业计算机射线照相-第1部分: 系统分类》将系统分为6类。

IP的作用类似胶片, 其作用是作为记录透过工件的射线信息的载体。不同型号的IP由于特性不同, 在相同的曝光条件下会导致不同的灵敏度。扫描过程类似胶片检测中的暗室处理, 将IP上的信息转换成数字信号, 扫描参数改变相当于调整暗室条件, 会改变成像速度并对灵敏度产生影响。软件的作用则是进行图像重建, 把数字信号以图像形式显示出来, 通过软件调节可以改善对图像的观察, 提高检测灵敏度。

与常规胶片射线照相类似, 曝光工艺参数对

收稿日期: 2011-05-31

作者简介: 王军(1966—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事无损检测及压力容器和压力管道的检验工作。

CR 灵敏度的影响也是非常明显的。对于 X 射线检测,管电压决定了射线的能量,不同的管电压透照会使图像的对比度、信噪比和固有不清晰度发生变化,从而影响检测灵敏度。曝光量的改变会使图像灰度值和信噪比发生变化,对灵敏度的影响非常明显。

## 2 灵敏度影响试验及分析

选择管电压、曝光量、IP 型号、扫描参数作为参变量,通过试验了解 CR 技术的透照灵敏度随参变量的变化而改变的情况或趋势。

### 2.1 X 射线管电压对像质计灵敏度的影响

选择 CR 和胶片两个系统,采用不同管电压分别对其进行曝光试验,观察和比较两个系统的灵敏度的变化情况。试验中射线机、工件、增感方式、焦距、扫描参数和暗室条件均不变,在改变管电压时适当调整曝光量以保证得到大致相同的灰度值和黑度。试验对 12 mm 厚试板照相的灵敏度测试结果见图 1。

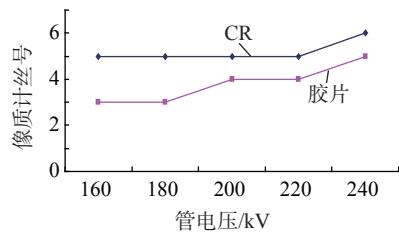


图 1 12 mm 厚试板照相的灵敏度测试结果

试验结果分析:通过人眼识别像质计来评价灵敏度变化。在总的的趋势上 CR 系统和胶片系统的变化基本一致:管电压提高,可识别丝径增大,灵敏度降低。

从理论上讲,管电压提高射线能量随之提高,衰减系数减小导致主因对比度降低,从而导致灵敏度降低。但另一方面,到达 IP 的光子剂量率随管电压提高而呈平方关系增加,而光子剂量率的增大可以使对比度和信噪比提高,在一定程度上补偿了管电压提高导致的灵敏度损失。从试验结果看,一定范围的管电压变化对灵敏度影响并不明显。这个结果对工程应用有实际意义,在满足标准的情况下,对 CR 技术可适度提高管电压,以减少曝光时间,提高工作效率。

### 2.2 曝光量对像质计灵敏度的影响

在确定 IP 系统、射线源、检测工件、管电压、焦距、增感方式、扫描参数等条件下,CR 图像的读出强度(灰度值)就只与曝光参数有关。比较不同曝光

量图像的灵敏度,就能确定曝光量的影响。

选用 Duerr 白色 IP、10 mm 厚试板进行试验,试验结果见图 2。试验中在改变曝光量的同时,图

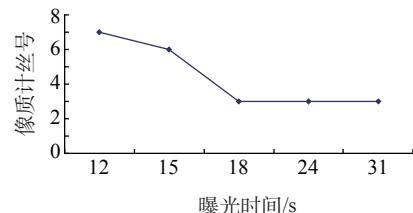


图 2 曝光量对 CR 灵敏度的影响

像灰度值随曝光量的增加同步增加。

试验结果讨论与分析:随着曝光量的增加,读出强度(灰度值)增大,信噪比提高,导致像质计指数(灵敏度)提高。

### 2.3 不同成像板型号造成的像质计灵敏度差异

试验采用不同公司、不同种类成像板(IP)分别对 6,24,36 mm 厚度的试板照相,用来进行对比,根据 IP 型号不同分别为 A,B,C 三种。试验中采用相同的射线设备、相同的射线能量、相同的增感方式、相同的透照方式和相同的扫描仪、扫描参数,为达到一定的灰度值,对曝光量进行适当调整。不同 IP 型号对灵敏度的影响试验结果见图 3。

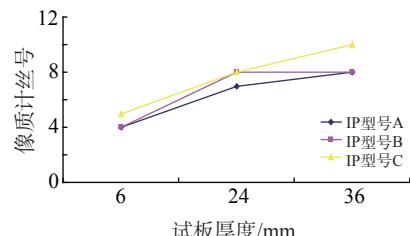


图 3 不同 IP 型号对灵敏度的影响

试验结果讨论与分析:比较图 3 中灵敏度变化规律,说明 IP 型号不同,分辨率等技术指标也就不同,导致灵敏度不同。类似于不同类别的胶片在检测中的运用。

因此,对于不同板厚、不同射线能量检测时,根据灵敏度的不同要求,可选用不同类别的 IP 系统<sup>[5]</sup>。

### 2.4 扫描参数对像质计灵敏度影响

试验中采用了德国 Duerr 公司的 HD-CR 35 NDT 扫描仪对 IP 扫描,激光能量是用参数  $H_v$  值描述的。试验中固定 IP 系统、射线源、管电压、焦距、增感屏、改变扫描参数,曝光时间作相应调整,对 10 mm 试板照相,得到一组 CR 图像。观察单丝透度计,分析扫描参数对灵敏度的影响,试验结果见

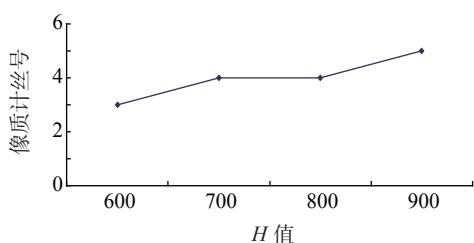


图 4 扫描参数对灵敏度的影响

图 4。

试验结果讨论与分析:在射线能量一定的情况下,随着扫描参数  $H_v$  值得提高,曝光量迅速减小,放大图像后观察颗粒度变大,灵敏度下降。

这是因为激光打在 IP 板上激发出荧光,会使相邻的感光颗粒得到激发,如果提高激光的能量,就会使更多的感光颗粒得到激发,使读出强度大大提高,因此只需要较少的曝光量就能得到较高的灰度值。但得到较高的灰度值的同时荧光光点尺寸同时变大,影响分辨率和清晰度,从而导致灵敏度下降。

### 3 结语

根据以上分析和试验结果,CR 技术灵敏度的影响因素与胶片技术相比有着共同点和不同点。共同点部分在实际运用中可以参照胶片技术执行;不同点部分要考虑 CR 技术的特殊性,按照规范、标准及相关资料、试验结果、经验执行。以下是 CR 技术在运用中,为保证足够的检测灵敏度,要特别注意的几点事项:

(1) 空间分辨率是 CR 系统分类的主要指标,对于不同的检测工件应选择不同的 IP 系统以满足检测灵敏度要求,这在 CR 技术中显得比胶片技术

(上接第 49 页)

### 5 结语

就钢结构焊接工艺缺陷特点,基本情况是,接头和构件端头是焊接缺陷的高发区。构件装配拘束应力、预热温度不够、焊接应力是裂纹产生的主要成因。点焊焊道及点焊位置主要表现是撕裂,焊接接头和构件端头由于焊接温度开始一般比较低,冷却

更为重要。

(2) 每幅 CR 图像应具有足够的信噪比,信噪比最小值由最小读出强度  $I_{ipx}$  来保证,而足够的曝光量是读出强度值的保证。

(3) 与胶片技术中的暗室处理一样,扫描参数对 CR 图像质量影响很明显,在运用中要给以足够的重视。

(4) 从管电压对灵敏度影响试验来看,射线能量在一定范围内对 CR 技术灵敏度是有影响。但在没有特殊要求、满足标准的情况下,在一定范围内适当调整射线能量,以获得较高的劳动效率,这是可以接受的。

射线照相灵敏度是评价射线照相影像质量的最重要技术指标。通过对 CR 灵敏度影响因素的分析,以及不同参数对 CR 灵敏度的影响试验,对 CR 技术运用有着指导意义,可以在选择器材、制定工艺等方面找到依据。

### 参考文献:

- [1] 强天鹏. 射线检测 [M]. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2007.
- [2] ASTM E 2445—2005 无损检测 计算机射线照相系统的长期稳定性与鉴定方法 [S].
- [3] ASTM E 2446—2005 无损检测 计算机射线照相系统的分类 [S].
- [4] EN 14784-1—2005 无损检验 存储式磷成像板工业计算机射线照相 第 1 部分: 系统分类 [S].
- [5] EN 14784-2—2005 无损检测 存储式磷成像板工业计算机射线照相 第 2 部分: 用 X 射线和  $\gamma$  射线检测金属材料的一般原则 [S].

又比较快,容易产生裂纹,收弧引弧处由于温度及工艺执行不到位,也是裂纹产生的主要位置,检测时应根据这些工艺特点,合理安排检测工艺并重点注意。

### 参考文献:

- [1] 美国桥梁焊接规范 (AASHTO/AWS D1.5M/D1.5, 2002 An American National Standard) [S].

欢迎网上投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告