

DR 检测技术在冷库压力管道定期检验中的应用与研究

孔 鹏¹ 周云方¹ 赵长龙¹

(1. 山东省特种设备检验研究院集团有限公司 山东济南 250014)

摘 要: 针对目前冷库压力管道焊缝检验中的难停机、带液等难点, 通过研究和现场应用, 发现采用 DR 检验技术, 可以发现尺寸较小的焊接缺陷, 满足对在役冷库压力管道焊缝质量评价的要求。

关键词: 在役压力管道; DR 检测技术; 焊缝质量评价

中图分类号: TG115.28

前言

冷库作为现代生活中重要的食品储存设施, 对人们的生活有着重要的影响, 截止 2017 年, 我国冷库容量为 3609 万吨, 因氨价格低廉, 制冷效果好, 被广泛应用, 其中制冷剂为液氨的占 69.4%^[1]。由于一些原因, 在 2013 年之前我国对冷库压力管道监检存在着一些欠缺, 致使大量的存在一定风险的管道投入使用。最近几年有数十起液氨冷库安全事故, 例如 2013 年的长春宝源丰禽业有限公司“6.3 特大安全事故”造成 121 人死亡; 山东乳山合和食品有限公司氨泄漏事故, 造成 13 人中毒, 7 人死亡。鉴于此, 对液氨管道进行有效的定期检验迫在眉睫。但鉴于冷库设备的特殊性, 停机检验对企业损失较大, 绝大多数时候都是带液, 带保温状态下进行检验, 这对检验尤其是焊缝质量检测带来了很大难度。随着 2013 年国家质量监督总局质检特函[2013]61 号文件的出台, 以及 2015 年 NT/T47013.11-2015 标准的发布, 为冷库检验时数字射线 (DR) 检测技术的应用奠定了基础^[2]。

1. DR 检测技术原理

一般地说, 数字射线检测系统主要包括射线源、探测器系统、图像显示与存储处理单元, 射线源的能量决定了检测系统使用的材料及厚度范围, 探测器系统则直接关系到所采集图像的对比度、空间分辨率与信噪比, 图像显示与存储处理单元则集成于计算机系统, 直接影响检测图像的显示和显示图像的质量改善^[3]。其基本原理如图 1 所示。

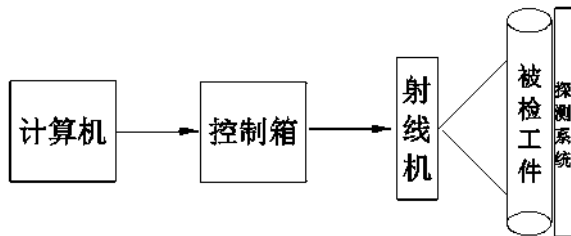


图 1 DR 检测原理示意图

其中控制箱与射线机组成射线源系统, 计算机集合图像显示与存储处理单元。X 射线能量穿透被检工件后, 被探测系统采集, 经过光电转换, 最后形成可在计算机上显示的图像, 类似于常规 X 射线的图像, 根据显示的图像对焊缝质量进行评价。

2. 设备基本情况及技术参数

本项目采用韩国 XRAS (率昂思) 数字 X 射线实时成像检测系

统, 由 X 射线平板探测器、数字成像控制台计算机、控制台软件、无线传输器、控制箱及俄罗斯便携式高频恒压射线机等组成, 具体见图 2。

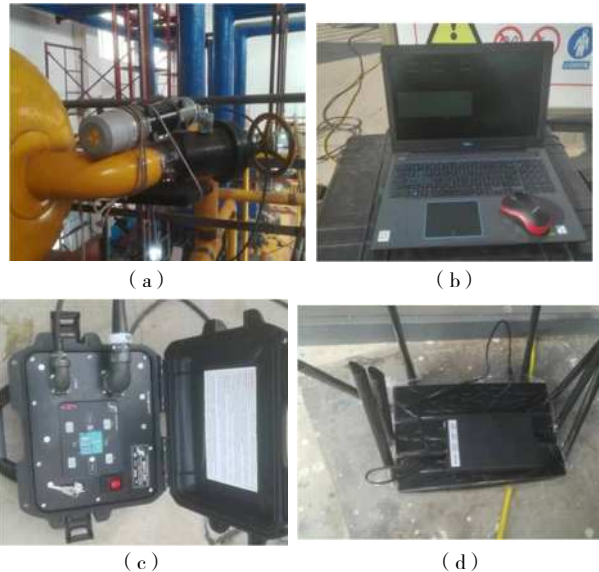


图 2 数字 X 射线实时成像检测系统

其中图 (a) 中管道下方装置为 X 射线平板探测器, 管道上方为射线机, 图 (b) 为数字成像控制台计算机, 图 (c) 管道上方装置为俄罗斯便携式高频恒压射线机, 图 (d) 为无线传输装置。平板探测器的主要参数如表 1 所示, 俄罗斯 MRCH250 便携式高频恒压射线机的主要参数如表 2 所示。

表 1 平板探测器主要参数

参数名称	参数
触发模式	线触发器/AED
闪烁物	GdOS
像素间距	127 μm
活动像素矩阵	769×2304 像素
总像素面积	97.9×292.6mm
外形尺寸	160×400×30mm
X 射线电压范围	40~330 千伏峰值
X 射线曝光时间	~60s

A/D 转换	14/16 位
--------	---------

表 2 便携式高频恒压射线机主要参数

参数名称	参数
X 射线管电压	130~250Kv(无极可调)
射线焦点尺寸	1.5mm
辐射角度	40°
穿透能力	40mm
射线管电流	5mA
发射器尺寸	580×115mm
发射器重量	8.5Kg
最长曝光时间	10min
设备使用条件	-20~40° C

3.现场检验案例

现场检验案例以日照某冷库、德州某冷库等一些冷库定期检验项目为例，这些冷库都是安装投入使用三年后首次定期检验，皆是在不停机状态下进行开展检验工作。检验等级为 AB 级，像质剂放置于平板探测器侧。

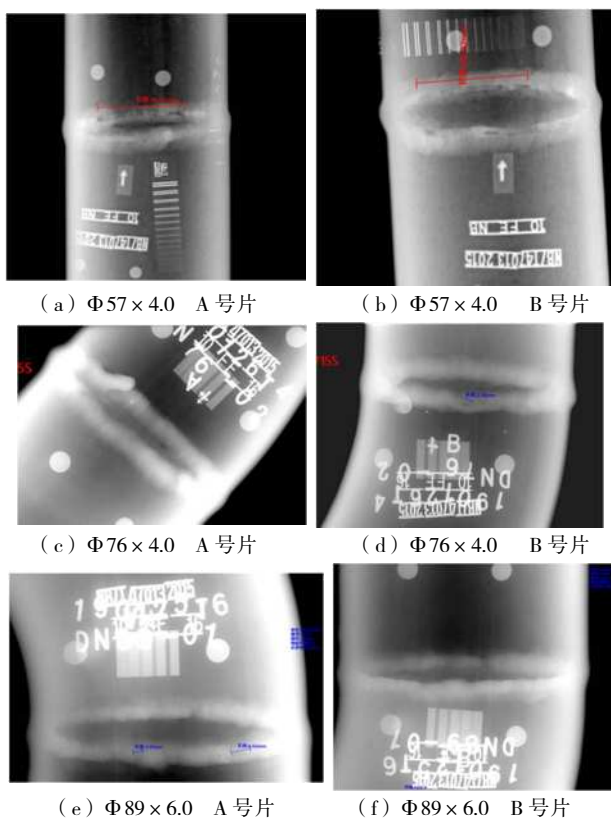


图 3 小径管缺陷图

图 3 中 (a)、(b) 的规格为 $\Phi 57 \times 4.0\text{mm}$ ，管道中含有液氨介质，透照电压 130KV，时间 15s，成像后 A、B 号图像识别丝号 14，双丝像质剂识别丝号 D9，图片满足灵敏度和分辨率要求^[4]，A、B 图像上分别显示长度为 41.01mm 和 38.92mm 的未焊透。图(c)、(d)

的规格为 $\Phi 76 \times 4.0\text{mm}$ ，管道中含有液氨介质，透照电压 130KV，时间 15s，成像后 A、B 号片识别丝号为 14，图像灵敏度满足要求，其中 A 号片未发现缺陷，垂直转 90° 后得到 B 号片，显示有长度为 2.78mm 的条孔，缺陷自身高度在 1.5mm 左右。图 (e)、(f) 的规格为 $\Phi 89 \times 6.0\text{mm}$ ，管道中含有液氨介质，透照电压 140KV，时间 15s，成像后 A、B 号片识别丝号为 13，图像灵敏度满足要求，A 号片中显示有两条长度分别为 3.37mm 和 6.65mm 的条形缺陷，自身高度在 1.0mm 左右。

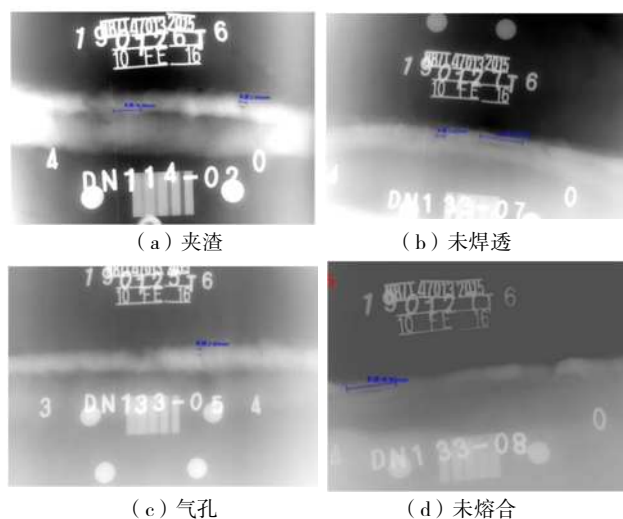


图 4 非小径管缺陷图

图 4 中 (a) 的规格 $\Phi 114 \times 6.0\text{mm}$ ，管道中介质为液氨，透照电压 140KV，时间 15s，成像后识别丝号为 13，图像灵敏度满足要求，左侧为 10mm 的标尺，右侧显示为直径 2.66mm 的夹渣。(b) 的规格 $\Phi 133 \times 6.0\text{mm}$ ，管道中介质为液氨，透照电压 140KV，时间 15s，成像后识别丝号为 13，图像灵敏度满足要求，显示有两条长度分别为 3.62mm 和 18.28mm 的未焊透。(c) 的规格 $\Phi 133 \times 6.0\text{mm}$ ，管道中介质为液氨，透照电压 140KV，时间 15s，成像后识别丝号为 13，图像灵敏度满足要求，显示有直径为 2.05mm 的气孔。(d) 的规格 $\Phi 133 \times 6.0\text{mm}$ ，管道中介质为液氨，透照电压 140KV，时间 15s，成像后识别丝号为 13，图像灵敏度满足要求，显示有长度为 18.85mm 的未熔合。

4.结论

通过对在用冷库中制冷管道的现场检测，证明采用 DR 技术能发现管道中未焊透、未熔合、气孔、夹渣等常见焊接缺陷，避免了管道中液态介质对检测结果的影响，能够对整条管线的安全状况等级进行评价提供依据。同时，采用 DR 技术解决了企业停工卸料的难题，节约时间与经历，降低检验成本，具有重要的社会和经济价值。

参考文献：

- [1]刘京，中国冷库产业发展现状及趋势报告[R].2017.
- [2]丁占武等，氨制冷管道的数字射线检测[J].无损检测，2016，38(11): 83-85.
- [3]郑世才，王晓勇，数字射线检测技术[M].北京：机械工业出版社，2014.
- [4]NB/T47013.11-2015 X 射线数字成像技术.