

长输天然气管道不停输焊缝射线检测技术

张栋梁¹, 于 洋², 刘北平¹, 谢春阳¹

(1. 中油管道机械制造有限责任公司, 河北廊坊 065000;

2. 河北省锅炉压力容器监督检验所, 石家庄 050000)

X-Ray Detection Technology on Welds in Non-Stop Working Long-Distance Natural Gas Pipeline

ZHANG Dong-Liang¹, YU Yang², LIU Bei-Ping¹, XIE Chun-Yang¹

(1. Petroleum Pipeline of China Mechanical Manufacture Co Ltd., Langfang Hebei 065000, China;

2. Hebei Province Boiler and Pressure Vessel Inspection Institute, Shijiazhuang 050000, China)

中图分类号: TG115.28

文献标识码: B

文章编号: 1000-6656(2008)07-0459-02

1 问题的提出

2007年6月,笔者应邀对西气东输管线与陕京管道二线的安平-泰安站管线进行了验证性X射线检测。该管线钢管为 $\phi 1\ 016\ \text{mm} \times 14.9\ \text{mm}$,输送介质为天然气,输送压力为10 MPa。此段管线在之前做管道漏磁腐蚀检测时,发现有6处焊缝存在漏磁现象。为此,委托单位要求在不停止输送天然气、不降低输送压力、不破坏管线防腐层(焊口两端各150 mm为橡胶热收缩套,厚度约9 mm)的条件下,对6处焊缝缺陷做验证性X射线检测,以进一步确定缺陷性质和大小。该检测任务的难点为①需克服防腐层的影响。②需要克服高速流动且极为密集的天然气的影晌。

2 检测工艺试验

2.1 模拟焊缝的制作

用相同材质和规格的管子,采用相同焊接工艺焊接模拟焊缝。做出咬边、内凹等人工缺陷,咬边深约0.5 mm,长30 mm;内凹深约1 mm,长30 mm(图1)。

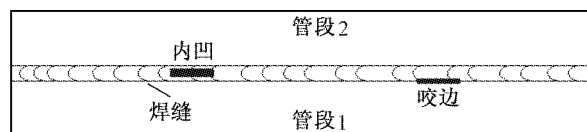


图1 钢管模拟焊缝及人工缺陷

2.2 防腐层对模拟焊缝检测的影响试验

模拟焊缝完成后,用XXQ3005射线探伤机进行双壁单影射线检测。焦距1 200 mm,管电压290 kV,曝光时间12 min。由此曝光工艺所获得的底片质量良好,灵敏度和黑度符合要求。

在焊缝两边作喷砂处理后,用与管线相同的橡胶热收缩套(单层厚度9 mm)对焊缝进行防腐处理。然后用同一探伤机对带橡胶热收缩套的模拟焊缝进行双壁单影透照,射线窗口紧靠防腐材料。在焦距和管电压不变的条件下,曝光时间分别为14、15和16 min,用相同的暗室处理条件处理胶片。将获得的底片与没有用橡胶热收缩套防腐层透照的底片进行比较,发现带防腐层的焊缝曝光15 min的底片与防腐前的底片透照效果相当,缺陷影像显示清晰,底片黑度为2.6~2.8,像质计灵敏度符合要求,能清晰识别11号像质计金属丝。也就是说,在焦距1 200 mm,管电压290 kV,曝光15 min条件下,可以采用双壁单影透照带橡胶热收缩套防腐层的 $1\ 016\ \text{mm} \times 14.9\ \text{mm}$ 的钢管焊缝。

2.3 高压高密度气体对检测的影响试验

利用本公司生产PN10 DN600($\phi 610\ \text{mm} \times$

收稿日期: 2007-09-20

作者简介:张栋梁(1957—),男,质量检验部部长,经济师;A1、A2级压力容器和有机热载体炉及压力管道受压元件无损检测责任工程师,已发表论文4篇。

20 mm)绝缘接头做气压试验的机会,进行高压、高密度气体条件下管焊缝射线检测模拟试验。在常压下先对该绝缘接头环焊缝进行双壁单影透照。采用适当的曝光参数(管电压 290 kV,曝光 11.5 min),可获得理想的检测结果(底片黑度为 2.6~3.2,像质计灵敏度能识别 11 号丝)。然后在 11.5MPa 压力下,对该焊缝按常压条件进行曝光和暗室处理后,底片黑度降低 0.8 左右。改变曝光时间,发现在高压和高密度条件下增加曝光 1.5 min 时所得底片黑度和灵敏度与常压相当。试验证实了在高压高密度气体条件下进行 X 射线检测是可行的。

2.4 高速流动气体对检测的影响试验

为进行高速流动气体管焊缝 X 射线检测模拟试验,笔者在 PN10 DN600(ϕ 610 mm $\times$ 20 mm)绝缘接头放气管线的高压截止阀与压力试验盲板之间的接管(ϕ 22 mm $\times$ 2.5 mm 高压锅炉管)上,增加一道同规格环向焊接接头,用 XXQ2505 射线机在常压下透照。在管电压 150 kV,曝光时间 0.4 min,焦距 450 mm 时所得黑度和灵敏度满足要求。压力试验合格后,打开截止阀放气,考虑到高速流动的气体可能对射线能量产生影响,曝光时间增加 0.1 min,其它条件不变。按以上透照并经暗室处理后,所获底片黑度和灵敏度满足标准要求。试验证实了在高速流动气体条件下对焊接接头进行 X 射线检测是可行的。

(上接第 458 页)

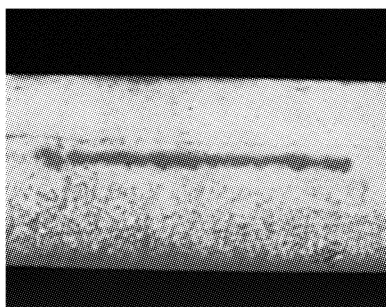


图 2 分层

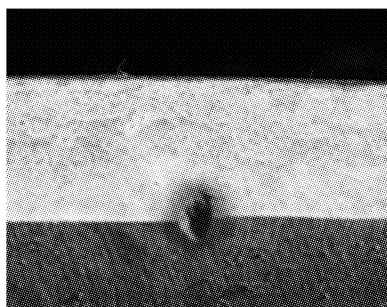


图 3 夹渣

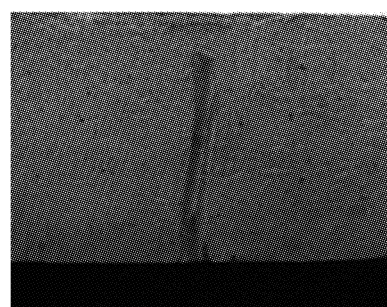


图 4 气割沟槽

(2) 裂纹 高强度钢板对热加工坡口比较敏感,坡口表面易产生微裂纹。制定合理的切割工艺,该缺陷可以避免,本工程检测未发现此类裂纹。

(3) 分层 钢板由板坯轧制而成,而板坯中的缩孔、夹渣等在轧制过程中未密合而形成的分离层即为分层(图 2)。

(4) 夹渣及缩孔 一些缩孔和夹渣由于压延方向因素未形成分层,在火焰切割后暴露出来,成为表

3 现场检测试验

委托单位在怀疑有缺陷的焊缝处及其对称位置挖出长 1 500 mm,宽 800 mm,合适深度的坑,以满足现场 X 射线检测条件。笔者采用同一 XXQ3005 设备,按焦距 1 200 mm,管电压 290 kV,曝光 15 min 进行 X 射线检测试验,暗室处理显示底片黑度不够。多次试验后发现,曝光 19 min 可使底片黑度达到 2.8,能清晰识别像质计 11 号金属丝,并清晰显示焊缝缺陷情况。用以上检测工艺对其它 5 处缺陷进行透照,均获得了满足 JB/T 4730—2005 标准要求的底片。在所指定的检测位置均检测出咬边、气孔和条形缺陷等。

4 启示

(1) 对输送气体介质的长输管道和工业管道可以不破坏防腐层直接对焊缝进行 X 射线检测,但需适当加大曝光量。

(2) 对输送介质为气体的管线,可在不停输、不降压条件下进行射线检测,但需根据管线压力情况适当增加曝光量。压力越高,增加曝光量越多;压力越低,增加曝光量越少。

(3) 随着工业和燃气管道的大量使用,不破坏防腐层的带压 X 射线检测技术有着非常广阔的应用前景。

面缩孔和表面夹渣(图 3)。

(5) 气割沟槽 割嘴角度偏移,氧气乙炔火焰气流不稳定,容易造成气割沟槽等缺陷(图 4)。

3 结语

溶剂去除型渗透探伤方法以其方便、适宜狭小面检测等优点,是其它表面检测方法(如磁粉、涡流等)无可代替的,可有效地保证坡口表面的质量。