



大口径管道焊缝数字成像检测装置应用探讨

林春文 徐峰 张先龙

【摘要】 针对大口径管道焊缝双壁透照无损检测技术难题，介绍一种大口径管道焊缝数字成像检测装置，并与胶片法比照分析探讨其应用优势。

1. 概述

大口径管道工程多处于偏远地区，环境条件差、气候恶劣。无损检测施工作业点随着施工进度而不断迁移；另外，加之胶片检测法底片制作过程长而繁琐，这些不利因素导致检测质量难以保证。尤其是大口径管道焊缝双壁透照的检测，一直困扰着检测单位，是大口径管道焊缝无损检测的瓶颈。

2014年，大庆油田工程建设公司充分考量了施工现场检测效率、劳动强度，装置重量、便携性、快速安装和拆卸等因素，研制了大口径管道焊缝数字成像检测装置，解决了双壁透照管道焊缝数字成像检测技术难题。该检测装置适应大口径管道工程恶劣的施工环境，满足现场检测工艺要求，填补了国内相关技术空白。

2. 检测原理

管道焊缝双壁透照X射线数字成像检测原理是：将管道置于成像探测器和射线机之间（见图1），射线机发出X射线，射线能

量穿透管道焊缝作用于成像探测器，转换为数字化信息，通过计算机系统在屏幕上直接显示被检测焊缝图像信息，随着管道或检测装置的运动，完成整道焊缝或管段的检测作业。焊缝的数字图像可以通过图像处理技术突显缺陷，提高评定质量。

系统组成主要包括：射线机、成像探测器、计算机系统及驱动控制系统等。成像探测器是系统关键部件，平板成像探测器是技术主流。本装置采用的就是平板成像探测器。

3. 技术分析

（1）装置结构 装置由射线机单元、成像板单元、动力驱动单元、轨道和同步驱动连杆组

成（见图2）。射线机单元、成像板单元、动力驱动单元安装在轨道上，动力驱动单元提供整套装置的运动动力。

射线机单元通过铰链式快速安装夹具，压紧射线机，旋转锁紧手柄固定射线机；夹具底部装有齿轮与轨道上的齿条啮合，能实现检测装置与管道的自动涨紧，实现检测速度、位置的准确控制。

成像板单元通过成像板夹具铰链式压盖，压紧成像板，旋转锁紧手柄固定成像板，使成像板单元悬挂在轨道上。

动力驱动单元由电动机加减速器给整个系统提供平稳的、足够的驱动扭矩，通过同步连杆，

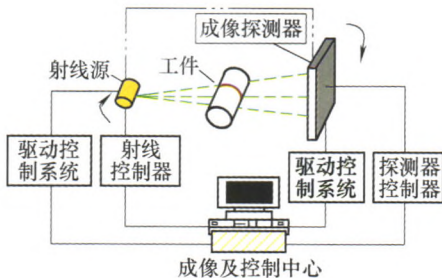


图1 管道焊缝双壁透照X射线数字成像检测原理

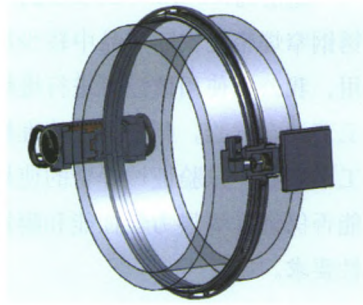


图2 大口径管道焊缝数字化检测装置

（下转第46页）

目净化装置变换气分离器设备制造中成功应用。该批产品主壳体为Q345R+S32168复合板材料,管口中接管和法兰均为16MnⅢ/Ⅳ+堆焊S32168材料,其中气体进口、出口、人孔均为 $\phi 500\text{mm}$ 或 $\phi 600\text{mm}$ 的接管,采用规格为 $0.5\text{mm} \times 30\text{mm}$ 的窄焊带进行接管内壁双层堆焊,过渡层焊材为TBD—309L+SL—305,盖面层焊材为TBD—347L+SL—305,过渡层焊后进行 $(550 \pm 10)^\circ\text{C}$,保温1h的消除应力热处理,盖面层焊后随产品进行 $(610 \pm 10)^\circ\text{C}$,保温2.1h的消除应力热处理,焊接参数按照堆焊工艺试验拟定的参数。

堆焊过程中注意事项及检测

(上接第43页)

实现驱动射线机和成像板同步运动,实现数字化检测。

(2) 检测作业 检测人员通过手机或平板电脑操控检测装置。首先开启动力驱动装置,将射线机与成像板分别调整到12点和6点位置。启动检测作业开关,启动X射线机,射线机和成像板沿管道焊缝匀速、平稳同步运动一个检测步长,速度控制在 2m/min ,探测器采集数据,此时计算机屏幕上显示出焊缝图像,检测人员实时察看焊缝图像,检查焊接质量。每次检测的长度就是每次行走步长也称为一次透照长度,要依据管径尺寸计算确定。装置沿管道运行一周,即可完成焊缝的无损检测作业。

4. 应用分析

在大口径管道工程无损检测作业中,管道焊缝双壁透照作业

要求如下:

第一,堆焊前锻件毛坯内表面应进行机械加工,并进行100%MT检测,确认无缺陷。

第二,因锻件厚度较厚,堆焊前应对基层表面进行预热至 $50 \sim 80^\circ\text{C}$,堆焊过程中控制堆焊层道间温度 $< 100^\circ\text{C}$ 。

第三,过渡层堆焊一层,焊后进行消除应力热处理,热处理后进行100%PT检测,确认表面无缺陷后,再开始进行盖面层的堆焊,盖面层堆焊两层,确保后续加工裕量,堆焊后进行外观表面检查,确保无明显的气孔、夹渣缺陷,如有缺陷,应及时进行清理补焊。

第四,对盖面层进行机械加

工,加工至图样要求的堆焊层厚度,加工后进行100%PT检测,确认表面无缺陷。

第五,产品热处理后和水压试验后还应对堆焊表面进行100%PT检测,确认表面无缺陷。

4. 结语

该批产品采用规格为 $0.5\text{mm} \times 30\text{mm}$ 的窄带极小内径接管内壁埋弧堆焊,代替了以往所使用的焊条电弧焊堆焊,不仅提高了生产效率,节省了人力,而且堆焊质量稳定,返修部位少,值得推广应用。

作者简介:赵瑞辉,中船圣汇装备有限公司。

MW 20151009

常处于山区、河流、陡坡等复杂地段,检测效率低、难度大。以 $\phi 1016\text{mm} \times 17.5\text{mm}$ 大口径管道检测为例,采用双壁单影,以捆绑的方式将探伤机固定管道上,每拍一张片子将探伤机换个位置,工人需要从二三十米外的安全地带来回跑五六次(与片子长度相关)才能完成一道焊口的检测,检测时间需四五个小时,工人劳动强度大,检测效率低。尤其是在现场不能洗片看片,不能确保拍片质量,检测质量难以保证。若采用大口径管道焊缝数字成像检测装置,该装置采用模块化设计,自动化控制,检测一道口的时间包括装置安装、整道焊口的检测和拆卸时间加在一起不超过 50min ,用人少效率高。焊缝质量现场即检即看,焊缝数字图像还可以通过数字化处理得到优良的影像,电子存档方便快

捷,网络传输实现远程评定,这些技术优势进一步保证了检测质量。

5. 结语

综上所述,大口径管道焊缝数字成像检测装置解决了管道焊缝双壁透照无损检测难题。对于无法使用管道射线爬行器的中口径油气管道,当射线探伤比例很高时,采用双壁单影透照法,应用该检测装置将展现其极大的优越性。

数字化检测技术是管道焊缝射线无损检测的发展方向,因此大口径管道焊缝双壁透照数字成像检测技术的推广应用前景广阔。

作者简介:林春文、徐峰,大庆油田工程建设有限公司天宇设计院;张先龙,大庆油田工程建设有限公司培训中心。

MW 20151009