

管道自动 X 射线检测装置的研发与改进

朱永刚¹ 周军¹ 贺能¹ 焦少彬¹ 黄海波²

(1 湖南省特种设备检验检测研究院湘潭分院 湖南 湘潭 411203; 2 湖南汇丰工程检测有限公司 湖南 湘潭 411101)

摘要: 文章对一种具有可远程遥控、周向 360° 自动旋转检测等功能的用于检测管道对接焊缝的 X 射线自动检测装置进行改进,使其结构更简单、运行更平稳可靠、更轻量化便于携带、更易于安装,从而进一步提升工作效率,降低劳动强度,提升对管道对接焊缝 X 射线探伤的质量。

关键词: 管道; X 射线; 自动检测装置; 改进

0 引言

前期研制了一种具有可远程遥控、沿管道行走、周向 360° 自动旋转检测等功能的用于检测管道对接焊缝的 X 射线自动检测装置,实现了沿管外径 360° 自动旋转对整圈焊缝的自动检测;实现了对不同管径($\phi 219 \sim \phi 426\text{mm}$)的管道和弯头、变径口、管道固定口等特殊情况的管道对接焊缝的 X 射线探伤。同时,因为工艺参数由机械自动控制,消除了人为因素的干扰,降低了操作难度,使得一般检测人员仅需简单培训后即可拍出合格底片,有效地保证了检测质量,提升了工作效率。但由于装置重量大,结构相对复杂,现场操作较为繁琐,因此本文针对此装置进行了相应的改进^[1,2]。

1 设计思路

在管道容器对接焊缝检测过程中,无损检测技术的应用较多。在实际检测工作中,X 射线检测适用范围较广,且具有较强的射线穿透力。在应用方面,不易干扰外部环境,可以提高射线检测的深度和广度,更好地检测管道的内部环境,确保检测的全面性、准确性和可靠性^[3,4]。

本装置主要从以下两个方面进行改进。一是材料,钛合金具有密度小、强度高、耐腐蚀性能好等优点,是非常理想的轻质高强结构材料。因此,本装置采用钛合金作为主体材料。二是结构,采用将射线机和成像板分别安装在两个行走机构上的方式,通过控制行走机构分别在轨道上行进来实现管道焊缝的自动检测。

2 装置组成及设计

射线自动检测装置由轨道(2条)、行走机构、成像板固定器和控制系统构成。行走机构自动旋转对管道周向进行透照和成像,以实现自动检测

的功能。

2.1 轨道

轨道由 2mm 钛合金带组成。为进一步减轻重量,钛合金带做了镂空处理,质量约为 2.5kg。钛合金带尾部通过卡扣连接,内侧安装有若干个条形钛合金,结构如图 1 所示。同时,尾部设计安装了弹簧装置,将轨道紧紧的贴在被检管道上使其固定,拆装十分方便,一个人即可完成。也可通过螺栓连接增加轨道长度以匹配不同规格的管道。轨道布置在焊缝的两侧,分别用于实现射线机和成像板的沿管道旋转动作^[5]。



图 1 轨道结构

2.2 行走机构

行走机构由滚轮、滚轮座、驱动电动机、固定板和锁止开关组成,如图 2、图 3 所示。滚轮布置在钛金属条的外侧,安装后通过锁止开关将滚轮紧紧地布置在轨道上。每个滚轮配有直流电动机,通过控制系统控制电动机驱动滚轮在轨道上滚动,实现行走机构在轨道上的移动。左右滚轮座之间的角度须根据检测管道的规格进行调节,可通过更换不同形状的固定板来实现^[6]。

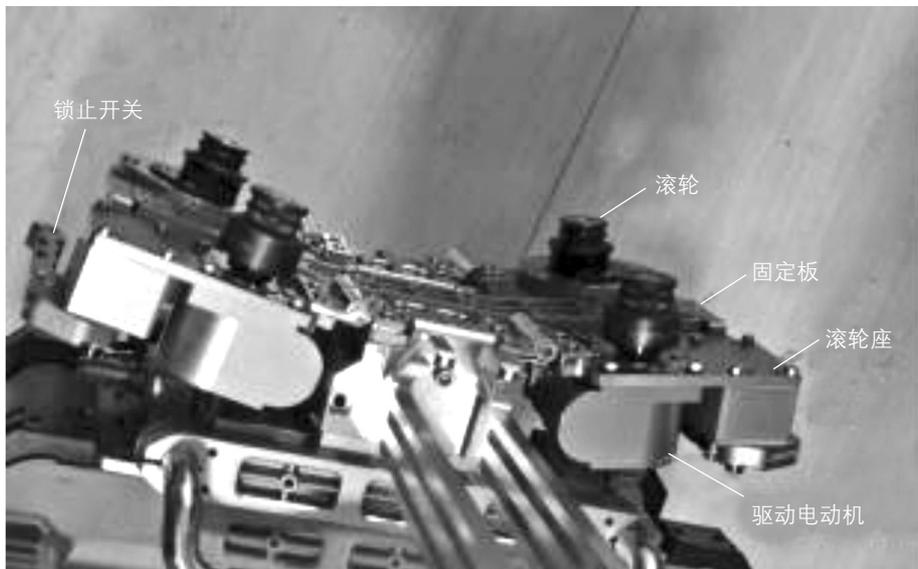


图2 行走机构

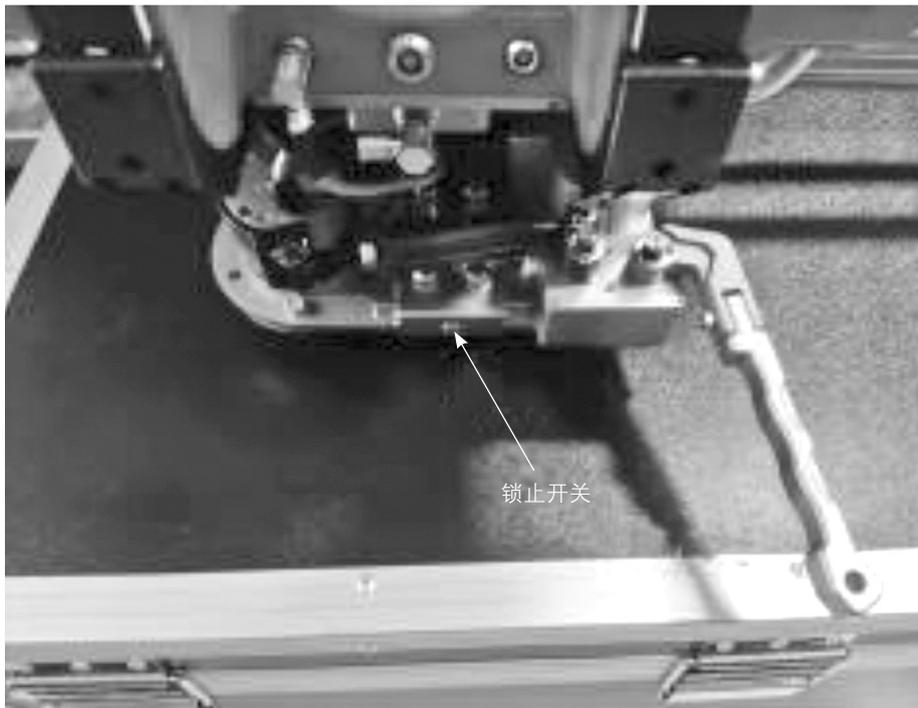


图3 行走控制机构

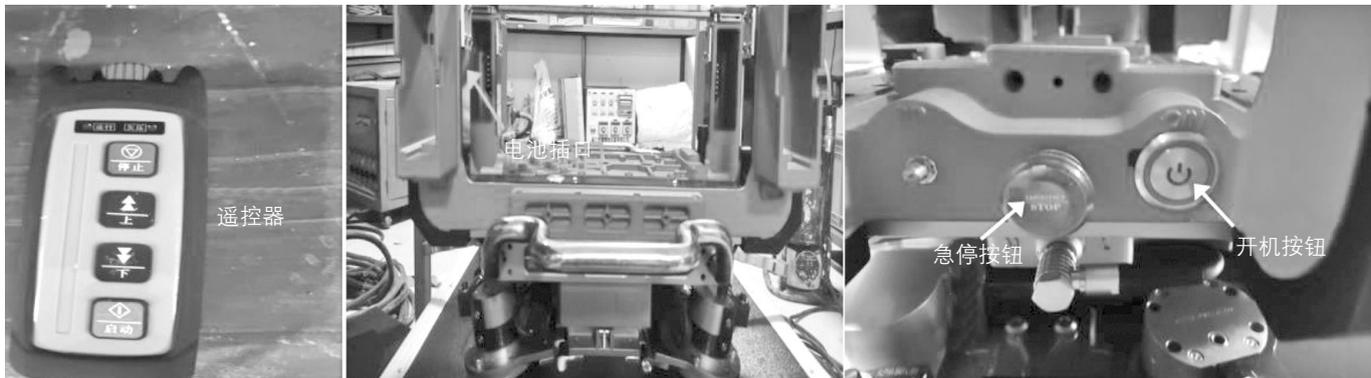


图4 遥控器、电池插口、按钮

2.3 控制系统

控制系统安装在行走机构上，电池安装在两侧的电池插口内^[7]。控制系统通过遥控器进行控制，同时设有急停按钮，当遇到突发情况，遥控系统又同时失效时可通过急停按钮将检测装置暂停下来，如图4所示。

2.4 成像板固定器

如图5所示，成像板固定器也安装在行走装置上，与射线机对向布置，实现射线的检测。

3 实验应用

如图6所示，最终设计装置外形尺寸，长800mm，宽55mm，高40mm。设备质量17kg。

整体装置经过在材料和结构上进行优化后，在以下方面有了进一步的改进和提升：

(1) 采用轨道不动、检测机构沿管道旋转行走来自动完成检测的新型结构型式，运行更平稳，基本无晃动。

(2) 整体装置均采用钛合金制作，承载能力较强，重量较轻，结构简单，操作便利，一个人基本可独立操作完成，进一步提高了工作效率，降低了劳动强度^[8]。

(3) 射线机检测系统、计算机控制系统均采用电池驱动，可实现户外无电源作业。

(4) 数据传输采用无线传输，可进一步优化控制操作和数据传输处理过程。



图5 成像板固定器



图6 装置实物图

4 结语

现阶段,压力容器管道应用广泛,其安全检测是重要工作之一。我国射线检测技术的进步,使得射线检测技术和实时射线成像检测技术,在管道自动X射线检测装置中得以应用。在今后的管道对接焊缝检测中,相关人员还要不断改进设备,以提高检验结果的可靠性和安全性。

基金项目:湖南省市场监督管理局科技计划项目,项目编号:2021KJJH09。

参考文献:

- [1] 陈甫旭. 直线加速器射线检测中不锈钢增感屏与铅增感屏的性能对比试验研究[J]. 工程建设与设计, 2022(03):122-125+144.
- [2] 张建平. 中国射线检测技术现状及研究进展[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019(06):58-59.
- [3] 孙振江. 铸件射线检测质量影响因素的研究与分析[J]. 河南化工, 2021(12):49-50.
- [4] 舒玲玲. 基于射线检测技术在压力容器检验中的应用解析[J]. 大众标准化, 2022(02):172-174.
- [5] 孙少卿, 李建一, 赵亮, 等. 数字射线检测标准 NB/T 47013.11-2015 与 SY/T 6423.5-2014 的对比[J]. 无损检测, 2021(10):71-74.
- [6] 郑世才. 国外数字射线检测技术标准介绍—数字射线检测技术标准部分规定存在的问题[J]. 无损探伤, 2018(02):28-33.
- [7] 郑世才. 数字射线检测等价技术级别评定[J]. 无损探伤, 2016(06):1-4+9.
- [8] 刘佳, 薛明姬. 高职专业课程实训项目的改革与教学应用—以高职射线检测课程为例[J]. 辽宁高职学报, 2016(12):54-56.

作者简介:朱永刚(1982.04-),男,汉族,安徽宿州人,硕士研究生,高级工程师,研究方向:特种设备安全检验。