



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104655650 B

(45)授权公告日 2017.05.17

(21)申请号 201510040770.3

(22)申请日 2015.01.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104655650 A

(43)申请公布日 2015.05.27

(73)专利权人 中国矿业大学

地址 221008 江苏省徐州市大学路1号中国
矿业大学科研院

(72)发明人 王重秋 夏士雄 牛强 姚睿
陈朋朋

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 黄成萍

(51)Int.Cl.

G01N 21/90(2006.01)

(56)对比文件

CN 201964875 U, 2011.09.07,

CN 101377411 A, 2009.03.04,

WO 2013115454 A1, 2013.08.08,

审查员 黄彬

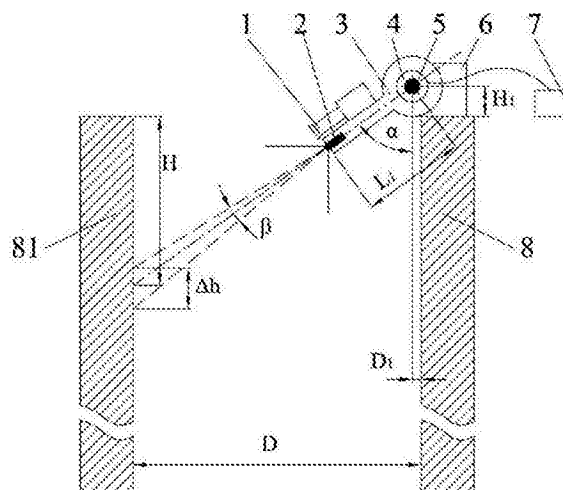
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置及其检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置,包括驱动装置、转动臂、编码器、激光器和摄像头,所述转动臂通过支座设置在二号罐道上端面且靠近其内侧面的位置,所述转动臂与支座之间通过轴旋转设置,并由驱动装置驱动,所述轴上设置有编码器,所述转动臂的前部设置激光器和摄像头。该装置将激光器置于罐道顶端并利用激光光幕沿垂直方向对罐道进行扫描,通过摄像头拍摄,并进行图像拼接,获得罐道随高度变化的影像谱,可以快速准确地确定罐道缺陷的类型和位置,适用于立井提升刚性罐道的缺陷检测,结构简单,兼具可靠性和便捷性,数据准确性高,具有广泛的实用性,经济效益明显。



1. 基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置的检测方法, 其特征在于: 包括驱动装置(7)、转动臂(3)、编码器(5)、激光器(2)和摄像头(1), 所述转动臂(3)通过支座(6)设置在二号罐道(8)上端面且靠近其内侧面的位置, 所述转动臂(3)与支座(6)之间通过轴(4)旋转设置, 并由驱动装置(7)驱动, 所述轴(4)上设置有编码器(5), 所述转动臂(3)的前部设置激光器(2)和摄像头(1);

具体步骤如下:

a、将支座(6)固定在二号罐道(8)上端面并连接到驱动装置(7), 转动臂(3)通过轴(4)安装在支座(6)上, 激光器(2)和摄像头(1)贴近布置在转动臂(3)的前部, 并使激光器(2)的激光发射方向与摄像头(1)的拍摄方向一致;

b、将编码器(5)安装在轴(4)上, 检测转动臂(3)中轴与二号罐道(8)垂直面的夹角 α ;

c、在初始位置, 将激光器(2)正对另一侧一号罐道(81)的上端部, 此时激光光幕扫描到的一号罐道(81)初始高度 H_0 为:

$$H_0 = \cot(\alpha_0) \times (D - D_1) - H_1$$

其中, α_0 为转动臂(3)的夹角 α 的初始角度, D 相对的一号罐道(81)和二号罐道(8)之间的距离, D_1 为轴(4)中心点距离二号罐道(8)的水平距离, H_1 为轴(4)中心点距离二号罐道(8)端面的垂直距离, 同时激光光幕的垂直长度 ΔH 为:

$$\Delta H = \left(\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_0 + \frac{\beta_0}{2}\right) - \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_0 - \frac{\beta_0}{2}\right) \right) \times (D - L_1 \times \sin(\alpha_0) - D_1)$$

其中, β_0 为激光器(2)的激光发散角 β 的初始角度, L_1 为激光器(2)发射点与轴(4)中心点的距离;

d、驱动装置(7)带动转动臂(3)转动, 激光器(2)开始向下扫描一号罐道(81), 同时摄像头(1)采集一号罐道(81)在激光光幕下的影像, 为保证激光光幕的垂直长度 ΔH 不变, 驱动装置(7)同步调整激光器(2)的发散角 β , 调整依据如下:

$$\beta' = 2 \times \arctan \left(\frac{\sqrt{\left(\cot(\alpha')^2 + 1\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{D - L_1 \times \sin(\alpha') - D_1} \times \cot(\alpha')\right)^2} - \cot(\alpha')^2 - 1}{\frac{\Delta H}{D - L_1 \times \sin(\alpha') - D_1} \times \cot(\alpha')^2} \right)$$

其中, β' 为激光发散角 β 的实时值, α' 为编码器(5)采集的夹角 α 的实时值, 此时激光光幕扫描的一号罐道(81)高度 H 为:

$$H = \cot(\alpha') \times (D - D_1) - H_1$$

e、当激光光幕扫描到罐道(8)底部时, 驱动装置(7)停止转动臂(3)动作, 并将摄像头(1)采集的罐道(8)影像进行拼接, 获得罐道(8)随高度变化的影像谱, 通过后续的图片处理, 对一号罐道(81)缺陷的类型和位置进行检测。

2. 根据权利要求1所述基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置的检测方法, 其特征在于: 所述激光器(2)与摄像头(1)贴近布置, 同时激光器(2)的激光发射方向与摄像头(1)的拍摄方向一致。

3. 根据权利要求1或2所述基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置的检测方法, 其

特征在于:所述的轴(4)的轴心位置探出二号罐道(8),探出距离满足转动臂(3)在转动角度 $\alpha=0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 内自由转动, α 为编码器(5)采集转动臂(3)中轴与罐道8垂直面之间的夹角。

基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于煤矿立井提升的基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置及方法。

背景技术

[0002] 立井提升是煤矿生产的主要形式,而刚性罐道是立井提升系统的重要组成部分。罐道是立井提升中提升容器(箕斗和罐笼)的运行轨道,其健康状态决定了提升容器在提升过程中平稳性和安全性。由于井筒变形、安装误差和摩擦冲击损坏等原因,刚性罐道易于发生变形和弯曲等缺陷,在刚性罐道上造成翘曲和凸起,对提升容器的安全运行造成重大威胁,甚至会造成卡罐等严重恶性事故。

[0003] 传统的罐道检测多采用测斜仪、钢丝悬吊法等,近年来也有学者研究采用在提升容器上安装倾角传感器、加速度传感器、位移传感器、激光器等,依靠提升容器的往复提升对罐道进行检测。专利号为CN 200720033584.8的刚性罐道状态检测装置采用在提升容器上安装加速度传感器、倾角传感器和计程传感器来判断罐道典型故障。专利号为CN 200810157269.5的基于光电接收阵列的罐道形状激光检测仪利用提升装置中的激光阵列进行测距定位,来提高罐道检测精度。专利号为CN 201320174060.6的竖井提升机罐道无线移动视频监控装置采用在提升容器上安装移动摄像机的方式进行罐道检测。

[0004] 因此,目前对刚性罐道的检测主要存在以下问题:第一,采用传统的罐道检测方法,占用较多的人力和生产时间;第二,采用在提升容器上安装传感器需解决供电、无线信号传输等问题,在井筒恶劣的环境和窄长空间无限传输衰减干扰等影响下,带来较大的维护生产成本,同时,提升容器在井筒中的晃动和煤炭矸石装卸载时冲击等,也对传感器采集数据的准确性和可靠性带来严重影响,影响罐道检测的准确度。

发明内容

[0005] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置及其检测方法,不受在井筒恶劣环境下供电和数据无线传输的限制,同时避免提升容器的晃动对数据准确性的影响,结构简单,兼具可靠性和便捷性。

[0006] 技术方案:为实现上述目的,本发明的技术方案如下:

[0007] 基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置,包括驱动装置、转动臂、编码器、激光器和摄像头,所述转动臂通过支座设置在二号罐道上端面且靠近其内侧面的位置,所述转动臂与支座之间通过轴旋转设置,并由驱动装置驱动,所述轴上设置有编码器,所述转动臂的前部设置激光器和摄像头。

[0008] 进一步的,所述激光器与摄像头贴近布置,同时激光器的激光发射方向与摄像头的拍摄方向一致。

[0009] 进一步的,所述的轴的轴心位置探出二号罐道,探出距离满足转动臂在转动角度 $\alpha = 0^\circ \sim 90^\circ$ 内自由转动, α 为编码器采集转动臂中轴与罐道垂直面之间的夹角。

[0010] 基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置的检测方法,具体步骤如下:

[0011] a、将支座固定在二号罐道上端面并连接到驱动装置,转动臂通过轴安装在支座上,激光器和摄像头贴近布置在转动臂的前部,并使激光器的激光发射方向与摄像头的拍摄方向一致;

[0012] b、将编码器安装在轴上,检测转动臂中轴与二号罐道垂直面的夹角 α ;

[0013] c、在初始位置,将激光器正对另一侧一号罐道的上端部,此时激光光幕扫描到的一号罐道初始高度 H_0 为:

$$[0014] \quad H_0 = \cot(\alpha_0) \times (D - D_1) - H_1$$

[0015] 其中, α_0 为转动臂的夹角 α 的初始角度, D 相对的一号罐道和二号罐道之间的距离, D_1 为轴中心点距离二号罐道的水平距离, H_1 为轴中心点距离二号罐道端面的垂直距离,同时激光光幕的垂直长度 ΔH 为:

$$[0016] \quad \Delta H = \left(\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_0 + \frac{\beta_0}{2}\right) - \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_0 - \frac{\beta_0}{2}\right) \right) \times (D - L_1 \times \sin(\alpha_0) - D_1)$$

[0017] 其中, β_0 为激光器的激光发散角 β 的初始角度, L_1 为激光器发射点与轴中心点的距离;

[0018] d、驱动装置带动转动臂转动,激光器开始向下扫描一号罐道,同时摄像头采集一号罐道在激光光幕下的影像,为保证激光光幕的垂直长度 ΔH 不变,驱动装置同步调整激光器的发散角 β ,调整依据如下:

$$[0019] \quad \beta' = 2 \times \arctan \left(\frac{\sqrt{\left(\cot(\alpha')^2 + 1\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{D - L_1 \times \sin(\alpha') - D_1} \times \cot(\alpha')\right)^2} - \cot(\alpha')^2 - 1}{\frac{\Delta H}{D - L_1 \times \sin(\alpha') - D_1} \times \cot(\alpha')^2} \right)$$

[0020] 其中, β' 为激光发散角 β 的实时值, α' 为编码器采集的夹角 α 的实时值,此时激光光幕扫描的一号罐道高度 H 为:

$$[0021] \quad H = \cot(\alpha') \times (D - D_1) - H_1$$

[0022] e、当激光光幕扫描到罐道底部时,驱动装置停止转动臂动作,并将摄像头采集的罐道影像进行拼接,获得罐道随高度变化的影像谱,通过后续的图片处理,对一号罐道缺陷的类型和位置进行检测。

[0023] 有益效果:本发明将激光器置于罐道顶端并利用激光光幕沿垂直方向对另一侧罐道进行扫描,通过摄像头拍摄,并进行图像拼接,获得罐道随高度变化的影像谱,可以快速准确地确定罐道缺陷的类型和位置,适用于立井提升刚性罐道的缺陷检测。同时,本装置利用激光器启动快、激光传输距离远、发散角小等优势,避免在提升容器上安装传感器,不受在井筒恶劣环境下供电和数据无线传输的限制,同时避免提升容器的晃动对数据准确性的影响,结构简单,兼具可靠性和便捷性,在本技术领域内具有广泛的实用性,经济效益明显。

附图说明

[0024] 附图1为本发明的结构和原理示意图。

[0025] 图中:1-摄像头,2-激光器,3-转动臂,4-轴,5-编码器,6-支座,7-驱动装置,8-二号罐道,81-一号罐道。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0027] 如附图1所示,基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置,包括驱动装置7、转动臂3、编码器5、激光器2和摄像头1,所述转动臂3通过支座6设置在二号罐道8上端面且靠近其内侧面的位置,所述转动臂3与支座6之间通过轴4旋转设置,所述转动臂3能绕轴4旋转,并由驱动装置7驱动,所述轴4上设置有编码器5,所述转动臂3的前部设置激光器2和摄像头1。所述激光器2与摄像头1贴近布置,同时激光器2的激光发射方向与摄像头1的拍摄方向一致。所述的轴4的轴心位置探出二号罐道8,探出距离满足转动臂3在转动角度 $\alpha=0^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 内自由转动, α 为编码器5采集转动臂3中轴与罐道8垂直面之间的夹角。

[0028] 基于激光光幕扫描的刚性罐道缺陷检测装置的检测方法,具体步骤如下:

[0029] a、将支座6固定在二号罐道8上端面并连接到驱动装置7,转动臂3通过轴4安装在支座6上,激光器2和摄像头1贴近布置在转动臂3的前部,并使激光器2的激光发射方向与摄像头1的拍摄方向一致;

[0030] b、将编码器5安装在轴4上,检测转动臂3中轴与二号罐道8垂直面的夹角 α ;

[0031] c、在初始位置,将激光器2正对另一侧一号罐道81的上端部,此时激光光幕扫描到的一号罐道81初始高度 H_0 为:

$$[0032] \quad H_0 = \cot(\alpha_0) \times (D - D_1) - H_1$$

[0033] 其中, α_0 为转动臂3的夹角 α 的初始角度, D 相对的一号罐道81和二号罐道8之间的距离, D_1 为轴4中心点距离二号罐道8的水平距离, H_1 为轴4中心点距离二号罐道8端面的垂直距离,同时激光光幕的垂直长度 ΔH 为:

$$[0034] \quad \Delta H = \left(\tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_0 + \frac{\beta_0}{2}\right) - \tan\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_0 - \frac{\beta_0}{2}\right) \right) \times (D - L_1 \times \sin(\alpha_0) - D_1)$$

[0035] 其中, β_0 为激光器2的激光发散角 β 的初始角度, L_1 为激光器2发射点与轴4中心点的距离;

[0036] d、驱动装置7带动转动臂3转动,激光器2开始向下扫描一号罐道81,同时摄像头1采集一号罐道81在激光光幕下的影像,为保证激光光幕的垂直长度 ΔH 不变,驱动装置7同步调整激光器2的发散角 β ,调整依据如下:

$$[0037] \quad \beta' = 2 \times \arctan \left(\frac{\sqrt{\left(\cot(\alpha')^2 + 1 \right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{D - L_1 \times \sin(\alpha') - D_1} \times \cot(\alpha') \right)^2} - \cot(\alpha')^2 - 1}{\frac{\Delta H}{D - L_1 \times \sin(\alpha') - D_1} \times \cot(\alpha')^2} \right)$$

[0038] 其中, β' 为激光发散角 β 的实时值, α' 为编码器(5)采集的夹角 α 的实时值,此时激光光幕扫描的一号罐道(81)高度 H 为:

$$[0039] \quad H = \cot(\alpha') \times (D - D_1) - H_1$$

[0040] e、当激光光幕扫描到罐道8底部时,驱动装置7停止转动臂3动作,并将摄像头1采集的罐道8影像进行拼接,获得罐道8随高度变化的影像谱,通过后续的图片处理,对一号罐道81缺陷的类型和位置进行检测。

[0041] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

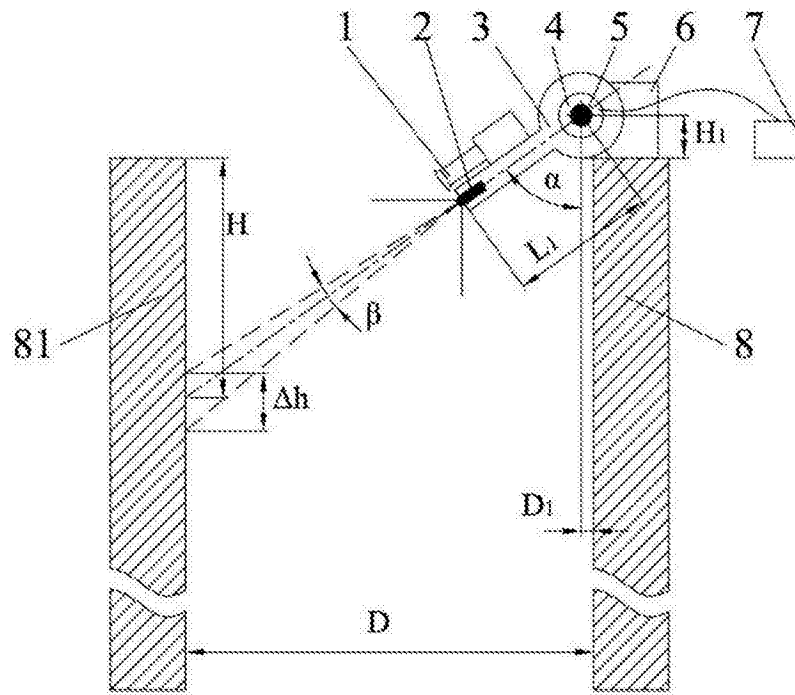


图1