



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109751964 B

(45) 授权公告日 2020.10.09

(21) 申请号 201910090044.0

审查员 刘妍

(22) 申请日 2019.01.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109751964 A

(43) 申请公布日 2019.05.14

(73) 专利权人 苏州科技大学

地址 215009 江苏省苏州市高新区科锐路1号

(72) 发明人 吴幸智 吴泉英 徐越 蔡达岭

(74) 专利代理机构 苏州智品专利代理事务所

(普通合伙) 32345

代理人 王利斌

(51) Int. Cl.

G01B 11/12 (2006.01)

G01B 11/08 (2006.01)

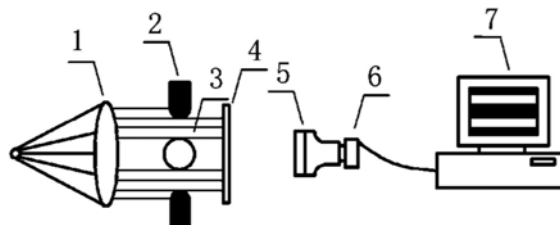
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种高精度非接触式管径测量方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种高精度非接触式管径测量方法及装置,属于数字图像处理领域,由准直光源、像屏,CCD图像采集系统、计算机组成,利用准直光将被测圆形管材投影在像屏上,利用CCD图像采集系统采集管材在像屏上投影,对数字图像进行竖直方向微分处理,找出图像灰度变化边界,与其他计算机视觉尺寸测量不同在于本发明设置了上下两个固定距离边界,固定上边界与被测管材下边界、固定下边界与管材上边界具有相似投影灰度图像,利用数字散斑相关算法对固定边界与管材边界进行数字散斑相关运算,实现了距离的亚像素量级测量;特别适用于流水线上管材直径快速、高精度检测;测量过程管材无需受力,还适用于柔性材料管材直径测量。



1. 一种高精度非接触式管径测量方法, 在被测管材横截面的径向方向上设置与被测管材具有相似投影边界的第一挡板与第二挡板, 所述第一挡板与第二挡板分别设置于被测管材的两侧, 所述的被测管材轴心线、第一挡板、第二挡板之间共面, 其特征在于:

1) 使用平行光准直系统对被测管材、第一挡板、第二挡板进行垂直方向投影, 该投影成像在像屏上,

2) 使用CCD图像采集系统采集被测管材、第一挡板、第二挡板投影于像屏上的数字灰度图像;

3) 对采集的数字灰度图像管径垂直方向做微分处理, 分别找出第一挡板边界与被测管材的边界位置, 第二挡板边界与被测管材的边界位置;

4) 通过数字散斑相关算法分别计算第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离、第二挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离;

5) 根据图像采集系统放大倍数、第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离、第二挡板投影边界与管径相似投影边界处的像素距离计算被测管直径。

2. 根据权利要求1所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 被测管材置于第一挡板与第二挡板的中心任意位置, 第一挡板、第二挡板、被测管材中心在同一平面上。

3. 根据权利要求2所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 采集的数字灰度图像灰度等级不小于256。

4. 根据权利要求1所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 通过移动被测管材一定距离, 利用数字相关算法计算被测管材在CCD上平移像素数, 计算像移动单位像素对应物移动距离, 即系统放大倍数。

5. 根据权利要求3所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: CCD图像采集系统前设置有远心成像物镜。

6. 根据权利要求5所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 远心成像物镜的物平面不同位置对应物像放大倍数一致。

7. 根据权利要求2所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 与被测管材具有相似投影边界的第一挡板与第二挡板上靠近被测管材一侧各有一个半圆形边界。

8. 根据权利要求1~7之一所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 通过相关算法计算第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离 d'_1 , 第二挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离 d'_2 , 被测管直径 $d' = K(d'_1 + d'_2) - D$, 其中K为CCD图像采集系统放大倍数, D为第一挡板边缘与第二挡板边缘的实测距离。

9. 根据权利要求8所述的高精度非接触式管径测量方法, 其特征在于: 放置好被测管材, 采集其投影数字图像, 投影平面内沿管材轴线垂直方向移动被测管材x, 采集移动后数字图像, 对两幅数字图像中被测管材上边缘或下边缘进行数字散斑相关运算, 计算两幅数字图像中被测管材移动像素数y, 则系统放大倍数 $K = x/y$ 。

10. 一种高精度非接触式管径测量装置, 由平行光准直系统、像屏, CCD图像采集系统组成, 其特征在于: 使用权利要求7所述的高精度非接触式管径测量方法进行测量; 第一挡板与第二挡板均设置为标准圆柱,

平行光准直系统发出的平行光光轴为水平方向, 在平行光准直系统与像屏之间垂直光

轴的水平方向上还设置有一对V形支架;所述一对V形支架上V形槽底连线水平且垂直于光轴;所述的一对V形支架上设置与V形槽底连线平行的所述标准圆柱,所述标准圆柱分别固定于所述一对V形支架的正上方和正下方;平行光准直系统出射的平行光垂直入射至固定于所述一对V形支架的正上方和正下方的标准圆柱,实时的将所述标准圆柱的像投影在像屏上,所述CCD图像采集系统用于采集被测管材以及所述标准圆柱在像屏上的投影。

一种高精度非接触式管径测量方法及装置

技术领域

[0001] 本发明所涉及的是工业流水线管材直径非接触高精度测量方法及装置,特别是基于数字图像处理技术的相似管径高精度自动测量方法及装置。

背景技术

[0002] 各种材质管材在日常生产、生活方面有着广泛的应用,而传统对管材直径高精度检测方法是利用卡尺或千分尺等工具手工进行测量,这种依靠人力完成测量,存在速度慢,劳动强度大,抽检率低等诸多不足。另外,若被测管材自身材质较易变形,则利用游标卡尺等接触方法测量,往往测量误差较大。

[0003] 采用光学方法进行测量具有成本低、高速、非接触等优点。传统计算机图像处理方式测量其图像测量精度为像素量级,对于流水线管径偏差较小,测量精度要求较高的场合,往往不能满足需求,引入数字散斑相关算法可以提高图像测量精度到0.01像素,大大提高了尺寸测量精度。另外采用非接触测量方法不会导致测量过程中受力变形对测量结果产生影响。

发明内容

[0004] 本发明为克服现有测量方式精度不高,难以实时在线测量的技术问题,提供了一种基于数字散斑相关计算方法高精度非接触式管径测量方法,在被测管材横截面的径向方向上设置与被测管材具有相似投影边界的第一挡板与第二挡板,所述第一挡板与第二挡板分别设置于被测管材的两侧,所述的被测管材轴心线、第一挡板、第二挡板共面,其特征在于:

[0005] 1) 使用平行光准直系统对被测管材、第一挡板、第二挡板进行垂直方向投影,该投影成像在像屏上;

[0006] 2) 使用CCD图像采集系统采集被测管材、第一挡板、第二挡板投影于像屏上的数字灰度图像;

[0007] 3) 对采集的数字灰度图像管径垂直方向做微分处理,分别找出第一挡板边界与被测管材的边界位置,第二挡板边界与被测管材的边界位置;

[0008] 4) 通过数字散斑相关算法分别计算第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离、第二挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离;

[0009] 5) 根据图像采集系统放大倍数、第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离、第二挡板投影边界与管径相似投影边界处的像素距离计算被测管直径。

[0010] 优选方案如下:采集的数字图像为上下挡板边缘与管径经平行光投影后的数字灰度图像,为保证相关运算精度,数字图像灰度等级不小于256。

[0011] 被测管材置于具有与管材具有相似投影边界的挡光板中心,经平行光准直系统将被测管材边界与挡光板上下边界投影至像屏,利用远心镜头成像,通过CCD图像采集系统采集挡光板边界与管材投影的数字灰度图像,通过数字散斑相关算法计算管径上边缘到下挡

板边界的距离,管径下边缘至上挡板边界的距离,根据系统放大倍数和两挡光板边界间距离计算管径直径。放置好被测管材,采集其投影数字图像,投影平面内沿管材轴线垂直方向移动被测管材 x ,采集移动后数字图像,对两幅数字图像中被测管材上边缘或下边缘进行数字散斑相关运算,计算两幅数字图像中管材移动像素数 y ,则系统放大倍数 $K=x/y$;当放置一根直径已知管材作为被测管时,系统放大倍数为 $K=(d'+D)/(d'_1+d'_2)$ 。

[0012] 所述系统放大倍数由平行光平行度,CCD成像系统靶面至像屏距离、镜头焦距等参数确定,在上述参数确定后,通过精确移动管材一定距离,利用数字相关算法计算管材在像靶面平移像素数,计算像移动单位像素对应物移动距离,即系统放大倍数,系统参数不变情况下,该放大倍数为定值。

[0013] 所述采集镜头为远心成像物镜,保证物平面不同位置对应物像放大倍数一致。

[0014] 与被测管材具有相似投影边界的第一挡板与第二挡板上靠近被测管材一侧各有一个半圆形边界,半圆形边界挡光板曲率与被测管径曲率大致相当,经准直光投影后的挡板边界和管径边界具有相似灰度形貌。

[0015] 所述管径计算方法为,通过相关算法计算第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离 d'_1 ,第二挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离 d'_2 ,被测管材直径 $d'=K(d'_1+d'_2)-D$,其中 K 为CCD图像采集系统放大倍数, D 为第一挡板边缘与第二挡板边缘的实测距离。

[0016] 所述的第一挡板与第二挡板均为标准圆柱体;且第一挡板轴心线、第二挡板轴心线以及被测管材轴心线相互平行。

[0017] 所采集数字图像为挡板边缘与被测管径投影,由于挡板边界与管径边界具有一个相似投影灰度形貌,因此可保证相关运算测量精度,另外,通过两对边界运算可以消除平行光投影直边衍射对测量结果影响。

附图说明

[0018] 图1为被测管材直径测量装置示意图;

[0019] 图2为被测管材投影数字图;

[0020] 图3为被测管材径向方向微分处理边界灰度图;

[0021] 图4为被测管材径向方向灰度分布图;

[0022] 图5为系统放大倍数测量;

[0023] 图6为非接触式管径测量装置示意图;

[0024] 其中:1-平行光准直系统、2-挡板、3-被测管材、4-像屏、5-远心成像物镜、6-CCD图像采集装置、7-计算机、8-V形支架。

具体实施方式

[0025] 为了更清楚地说明发明,下面结合附图及实施例作进一步描述:

[0026] 实施例一:

[0027] 现结合附图对本发明作进一步说明:一种高精度非接触式管径测量方法,如图1所示,在被测管材横截面的径向方向上设置与被测管材具有相似投影边界的挡板2,所述第一挡板与第二挡板分别设置于被测管材的两侧,所述的被测管材轴心线、第一挡板、第二挡板

共面,其特征在于:

[0028] 1) 使用平行光准直系统1对被测管材、第一挡板、第二挡板进行垂直方向投影,该投影成像在像屏4上,

[0029] 2) 使用CCD图像采集系统6采集被测管材、第一挡板、第二挡板投影于像屏上的数字灰度图像;

[0030] 3) 对采集的数字灰度图像管径垂直方向做微分处理,分别找出第一挡板边界与被测管材的边界位置,第二挡板边界与被测管材的边界位置;

[0031] 4) 通过数字散斑相关算法分别计算第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离、第二挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离;

[0032] 5) 根据图像采集系统放大倍数、第一挡板投影边界与被测管材相似投影边界处的像素距离、第二挡板投影边界与管径相似投影边界处的像素距离计算被测管直径。为了获得更清晰的像还可在CCD图像采集系统前放置远心成像镜头;其中第一挡板、第二挡板上各有一个半圆倒角,第一挡板与第二挡板上的半圆倒角,所选准直光源投影光斑直径大于挡板之间距离,保证挡板上下边缘能在像屏上清晰投影。利用CCD图像采集系统采集管材与半圆形边界投影,采集数字图像如图2所示,对采集数字图像进行径向方向微分处理,结果如图3所示。其竖直方向灰度分布如图4所示。灰度尖峰位置对应图像中第一挡板相似边界与管径材料边界位置。可以看出挡板上边界与管材下边界、挡板下边界与管材上边界具有相似灰度分布。由于半圆形挡板上边界和管材下边界投影具有相似灰度形貌,设 $f(x_i, y_i)$ 为半圆形挡板上边界根据微分图像极值所选 $m \times n$ 的图像区域像的灰度函数,要求该区域图像包含边界信息,通常可取 13×13 大小区域, $g(x_i+u, y_i+v)$ 为管材下边界投影灰度函数, u, v 为试凑位移, \bar{f} 为 $f(x_i, y_i)$ 的平均值, \bar{g} 为 $g(x_i+u, y_i+v)$ 的平均值,

[0033] 当 u, v 取不同数值时,通过相关运算

$$[0034] \quad C(u, v) = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [f(x_i, y_j) - \bar{f}] [g(x_i + u, y_i + v) - \bar{g}]}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [f(x_i, y_j) - \bar{f}]^2} \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [g(x_i, y_j) - \bar{g}]^2}}$$

[0035] 计算相关系数,改变 v 数值,搜索竖直方向相关系数最大值,计算出两个边界之间像素距离,对采集的上述灰度图像进行相关运算时,采用双线性差值进行亚像素提取,可以实现0.01亚像素的测量精度;当相关系数最大时认为两幅图像一致;通过相关系数最大值的 u, v 数值求得所选两区域在数字图像中位移,如图5所示,上挡板边界与管材下边界之间像素距离 d'_1 ;同理通过相关运算计算下挡板边界与管材上边界之间像素距离 d'_2 , D 为第一挡板边缘与第二挡板边缘的实测距离, d' 为被测管材实际直径; K 为CCD图像采集系统放大倍数,表示1个像素距离对应实际长度;被测管材实际直径, $d' = K(d'_1 + d'_2) - D$ 。

[0036] 实施例二:

[0037] 一种高精度非接触式管径测量的装置,如图6所示,由平行光准直系统1、像屏4, CCD图像采集系统6组成,其特征在于:平行光准直系统发出的平行光光轴为水平方向,在平行光准直系统与像屏之间垂直光轴的水平方向上还设置有一对V形支架8;所述一对V形支架上V形槽底连线水平且垂直于光轴;所述的一对V形支架上还设置有两根与V形槽底连线平行的标准圆柱挡板2,所述两根标准圆柱分别固定于所述一对V形支架的正上方和正下方;平行光准直系统出射的平行光垂直入射至固定于所述一对V形支架的正上方和正下方

的两根标准圆柱,实时的将所述两根标准圆柱的像投影在像屏上,所述CCD图像采集系统采集被测管材以及所述两根标准圆柱在像屏上投影。

[0038] 该管径测量方法及装置别适用于流水线上批量管材直径测量,由于测量管材直径相似,对测量精度一般要求较高,普通计算机视觉处理方法无法实现亚像素测量,通过引入上下与管材边界具有相似投影灰度的固定边界,可以引入数字散斑相关算法实现亚像素精度级别的位移计算,从而实现对管材直径的高精度测量。测量过程中选取不同的 u 值对应成像范围内不同位置管径,因此可对图像中多点位置同时进行测量,即可对同一根管材多点进行直径测量。由于测量过程选用非接触测量方法,对于受力容易变形管材,可消除测量过程中接触产生测量偏差。

[0039] 与其他计算机视觉尺寸测量不同之处在于本发明在平行被测管材上方与下方各设置一个半圆形固定边界,由于作为固定边界的半圆与被测管材边界具有相似的投影,利用数字散斑相关算法计算投影图中固定上边界的半圆投影与被测管材下边界投影、作为固定下边界的半圆投影与管材上边界投影之间像素数,相比传统像素级精度测量,数字散斑相关算法可实现亚像素量级测量,大大提高了管材直径自动测量的精度;该方法适用于流水线上管材直径批量快速、高精度检测;测量过程管材无需受力,还适用于柔性材料管材直径测量。

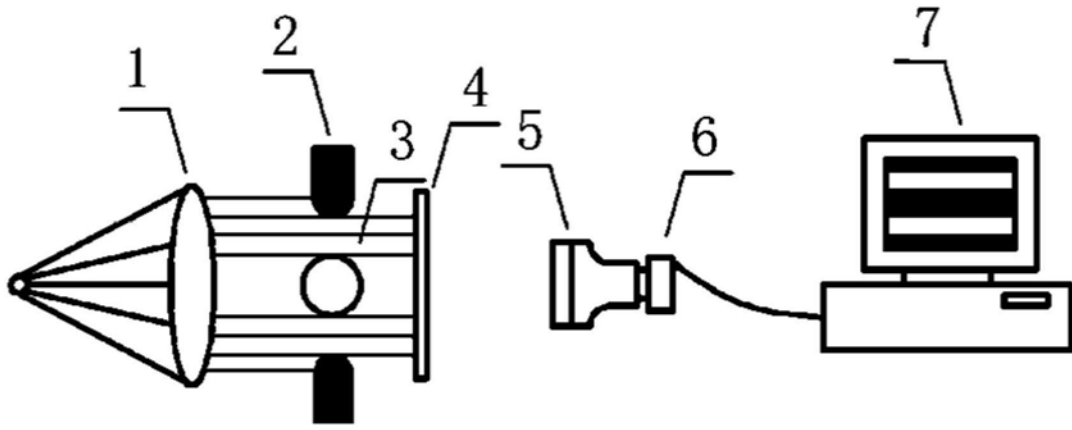


图1



图2



图3

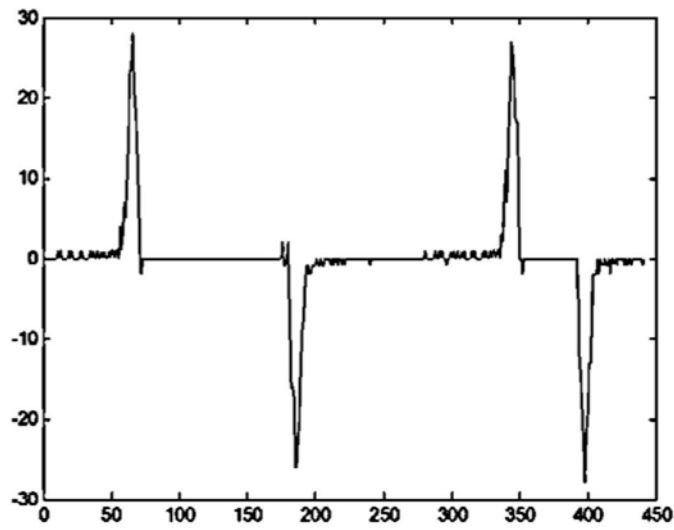


图4

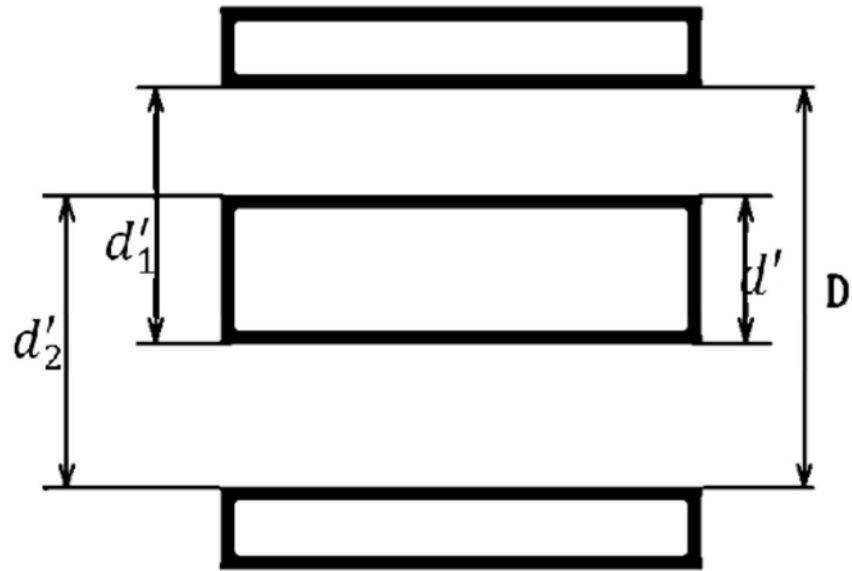


图5

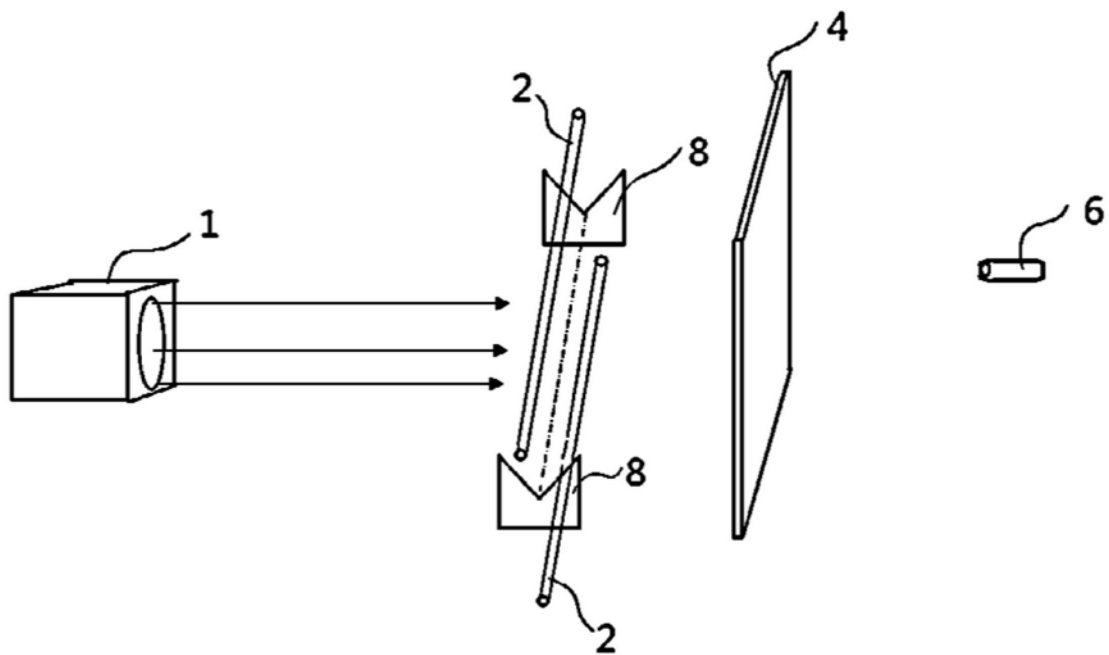


图6