



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105674880 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 15

(21) 申请号 201610049719. 3

(22) 申请日 2016. 01. 25

(71) 申请人 成都国铁电气设备有限公司

地址 610000 四川省成都市双流县西航港长江路二段一号

(72) 发明人 范国海 张克永 王福山 邓先平

(74) 专利代理机构 成都金英专利代理事务所 (普通合伙) 51218

代理人 袁英

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

G01B 11/06(2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统,通过第一相机采集受电弓的第一视角图像;通过第二相机采集受电弓的第二视角图像,分别对各自视角图像进行透视校正;然后分别将第一视角图像和第二视角图像与相应视角的受电弓模型进行匹配,对受电弓进行定位;并以第一视角图像的定位结果为基准,对第二视角图像的受电弓定位区域尺寸进行调整,使第一视角图像中的受电弓与第二视角图像中的受电弓保持同一尺度下,识别出第一视角图像和第二视角图像中疑似接触线的直线,将第一视角图像和第二视角图像进行比对,查找出相交于受电弓顶端平面的疑似接触线的直线,并将其判定为接触线;从而能计算出更为精准的接触网几何参数。



1. 基于双目原理的接触网几何参数测量方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

S1,通过第一相机采集受电弓的第一视角图像;

S2,通过第二相机采集受电弓的第二视角图像,其中,所述第一视角图像与所述第二视角图像中的受电弓具有一定角度的视角差;

S3,图像透视矫正,根据受电弓的标定对第一视角图像和第二视角图像进行透视矫正,使第一视角图像和第二视角图像中的受电弓呈左右对称形式;

S4,识别受电弓,分别将第一视角图像和第二视角图像与相应视角的受电弓模型进行匹配,对第一视角图像和第二视角图像中的受电弓进行定位;

S5,识别接触线,以第一视角图像的定位结果为基准,对第二视角图像的图像尺寸进行调整,使第一视角图像中的受电弓与第二视角图像中的受电弓保持在同一尺度下,识别出第一视角图像和第二视角图像中疑似接触线的直线,将第一视角图像和第二视角图像进行比对,查找出相交于受电弓顶端平面的疑似接触线的直线,并将其判定为接触线;

S6,根据S4中识别出的接触线和S5中识别出的受电弓计算接触网的几何参数。

2. 根据权利要求1所述的基于双目原理的接触网几何参数测量方法,其特征在于:所述第一相机包括红外相机,将第一视角图像中亮度高于一定阈值的直线作为疑似接触线;

所述第二相机包括可见光相机和近红外相机,将第二视角图像中在受电弓顶端平面上亮度低于一定阈值的直线作为疑似接触线。

3. 根据权利要求1所述的基于双目原理的接触网几何参数测量方法,其特征在于,所述步骤S5还包括接触线跟踪识别判断子步骤:计算当前接触线的位置与前一帧接触线的位置的偏差,若该偏差大于设定的偏差阈值,则将该接触线视为错误结果。

4. 根据权利要求1所述的基于双目原理的接触网几何参数测量方法,其特征在于,所述步骤S6还包括几何参数优化计算方式:

S601,根据第一相机采集的前N帧第一视角图像中所识别出的疑似接触线和受电弓位置,计算该前N帧第一视角图像的几何参数,并计算出该N组几何参数的平滑度;

S602,根据第二相机采集的前N帧第二视角图像中所识别出的疑似接触线和受电弓位置,计算该前N帧第二视角图像的几何参数,并计算出该N组几何参数的平滑度;

S603,将步骤S6中在双目模式下所计算的前N帧几何参数与步骤S601和S602中在单目模式下所计算的前N帧几何参数进行比较,计算其相似度;

S604,根据几何参数的平滑度和相似度来确定该几何参数的可信度,以此来确定最优几何参数。

5. 根据权利要求1所述的基于双目原理的接触网几何参数测量方法,其特征在于,所述受电弓模型包括第一视角受电弓模型和第二视角受电弓模型;

所述第一视角受电弓模型包括第一视角受电弓整体模型、第一视角受电弓左边模型和第一视角受电弓右边模型;

所述第二视角受电弓模型包括第二视角受电弓整体模型、第二视角受电弓左边模型和第二视角受电弓右边模型。

6. 根据权利要求1所述的基于双目原理的接触网几何参数测量方法,其特征在于,所述几何参数包括导高值,根据受电弓顶端平面到图像下边界的像素高度值、每个图像像素所对应的实际长度和图像下边界距离轨道水平面的实际高度值,计算出该帧图像中受电弓的

导高值；

所述几何参数还包括拉出值,根据接触线与受电弓顶端平面的交点,计算该交点相对于受电弓顶端平面的中心位置的像素距离值,根据该像素距离值和每个图像像素所对应的实际长度计算出该帧图像中接触线的拉出值。

7.基于双目原理的接触网几何参数测量系统,应用了权利要求1-6中任一项所述的方法,其特征在于:所述系统包括第一相机、第二相机、图像矫正模块、受电弓识别模块、接触线识别模块、受电弓模型数据库和几何参数计算模块;

所述第一相机和第二相机可同一水平安装在高速轨道交通工具顶部的两侧,分别从两个不同的角度采集受电弓的视频图像,第一相机和第二相机的视频输出端均与图像矫正模块的数据输入端连接,进行图像矫正处理,图像矫正模块的数据输出端与受电弓识别模块的数据输入端连接,受电弓识别模块的参考端与受电弓模型数据库连接,分别定位出第一视角图像和第二视角图像中的受电弓区域,受电弓识别模块的数据输出端与接触线识别模块的数据输入端连接,分别识别出第一视角图像和第二视角图像中的接触线,接触线识别模块的数据输出端与几何参数计算模块的数据输入端连接,根据受电弓区域和接触线的信息计算接触网的几何参数。

## 基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及接触网领域,特别是涉及基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统。

### 背景技术

[0002] 铁路接触网供电线的导高值和拉出值等参数是接触网运行监控的重要几何参数,传统的接触网几何参数采集方式是:利用专门的检测设备进行接触网的动态几何参数测量,其测量的主要方法是接触式测量,即在受电弓上安装传感器,有压力传感器、光电传感器、微波传感器等,通过传感器的各项参数来检测接触线的导高值和拉出值。然而采用传感器进行参数测量的方式不能应用在高速运行的轨道交通工具上,如动车和电力机车。

[0003] 由于电力机车和动车的运行速度快,安全性要求较高,目前不允许在受电弓上额外安装的传感器,所以目前常用的在受电弓上安装传感器的方法不适用于机载设备上,以进行实时动态检测,同时因安装场地是机车/动车车顶,其安装位置和安装空间受限,无法安装激光测距仪等测量设备。

[0004] 目前,有在动车上安装一个红外相机,在单目模式下,采集接触网几何参数,该测量方法受制于单一相机中的接触线是否正确识别。一般情况下红外相机在隧道中的成像非常模糊,以至于在隧道中的接触线基本无法正确识别,从而导致几何参数的错误结果。而且,在单目模式下的接触线识别易受噪声、亮度、受电弓是否被遮挡等影响。

[0005] 特别的,受电弓上方一般都具有接触线、承力索和吊弦,在单相机模式下,基本无法判断受电弓上方的哪根直线才是真正与受电弓接触的导线,因此单目模式下的接触网几何参数计算方法存在一定的缺陷。

[0006] 另外,现有的基于单目相机的测量方法所得到的几何参数,存在精度低等缺陷。现有测量方法大多都没有对高速相机、工业镜头产生畸变进行矫正,导致最终测量的结果不准确。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统,能准确判断出受电弓上方的哪根直线才是真正与受电弓接触的接触线。

[0008] 本发明的目的是通过以下技术方案来实现的:

[0009] (1)基于双目原理的接触网几何参数测量方法,所述方法包括以下步骤:

[0010] S1,通过第一相机采集受电弓的第一视角图像;

[0011] S2,通过第二相机采集受电弓的第二视角图像,其中,所述第一视角图像与所述第二视角图像中的受电弓具有一定角度的视角差;

[0012] S3,图像透视矫正,根据受电弓的标定对第一视角图像和第二视角图像进行透视矫正,使第一视角图像和第二视角图像中的受电弓呈左右对称形式;

[0013] S4,识别受电弓,分别将第一视角图像和第二视角图像与相应视角的受电弓模型

进行匹配,对第一视角图像和第二视角图像中的受电弓进行定位;

[0014] S5,识别接触线,以第一视角图像的定位结果为基准,对第二视角图像的受电弓定位区域尺寸进行调整,使第一视角图像中的受电弓与第二视角图像中的受电弓保持在同一尺度下,识别出第一视角图像和第二视角图像中疑似接触线的直线,将第一视角图像和第二视角图像进行比对,查找出相交于受电弓顶端平面的疑似接触线的直线,并将其判定为接触线;

[0015] S6,根据S4中识别出的接触线和S5中识别出的受电弓计算接触网的几何参数。

[0016] 进一步的,所述第一相机包括红外相机,将第一视角图像中亮度高于一定阈值的直线作为疑似接触线。

[0017] 进一步的,所述第二相机包括可见光相机和近红外相机,将第二视角图像中在受电弓顶端平面上亮度低于一定阈值的直线作为疑似接触线。

[0018] 进一步的,所述步骤S5还包括接触线跟踪识别判断子步骤:计算当前接触线的位置与前一帧接触线的位置的偏差,若该偏差大于设定的偏差阈值,则将该接触线视为错误结果。

[0019] 进一步的,所述步骤S6还包括几何参数优化计算方式:

[0020] S601,根据第一相机采集的前N帧第一视角图像中所识别出的疑似接触线和受电弓位置,计算该前N帧第一视角图像的几何参数,并计算出该N组几何参数的平滑度;

[0021] S602,根据第二相机采集的前N帧第二视角图像中所识别出的疑似接触线和受电弓位置,计算该前N帧第二视角图像的几何参数,并计算出该N组几何参数的平滑度;

[0022] S603,将步骤S6中在双目模式下所计算的前N帧几何参数与步骤S601和S602中在单目模式下所计算的前N帧几何参数进行比较,计算其相似度;

[0023] S604,根据几何参数的平滑度和相似度来确定该几何参数的可信度,以此来确定最优几何参数。

[0024] 进一步的,所述受电弓模型包括第一视角受电弓模型和第二视角受电弓模型。

[0025] 所述第一视角受电弓模型包括第一视角受电弓整体模型、第一视角受电弓左边模型和第一视角受电弓右边模型。

[0026] 所述第二视角受电弓模型包括第二视角受电弓整体模型、第二视角受电弓左边模型和第二视角受电弓右边模型。

[0027] 进一步的,所述几何参数包括导高值,根据受电弓顶端平面到图像下边界的像素高度值、每个图像像素所对应的实际长度和图像下边界距离轨道水平面的实际高度值,计算出该帧图像中受电弓的导高值。

[0028] 进一步的,所述几何参数还包括拉出值,根据接触线与受电弓顶端平面的交点,计算该交点相对于受电弓顶端平面的中心位置的像素距离值,根据该像素距离值和每个图像像素所对应的实际长度计算出该帧图像中接触线的拉出值。

[0029] (2)基于双目原理的接触网几何参数测量系统,所述系统包括第一相机、第二相机、受电弓识别模块、图像矫正模块、接触线识别模块、受电弓模型数据库和几何参数计算模块。

[0030] 所述第一相机和第二相机可同一水平安装在高速轨道交通工具顶部的两侧,分别从两个不同的角度采集受电弓的视频图像,第一相机和第二相机的视频输出端均与图像矫

正模块的数据输入端连接,进行图像矫正处理,图像矫正模块的数据输出端与受电弓识别模块的数据输入端连接,受电弓识别模块的参考端与受电弓模型数据库连接,分别定位出第一视角图像和第二视角图像中的受电弓区域,受电弓识别模块的数据输出端与接触线识别模块的数据输入端连接,分别识别出第一视角图像和第二视角图像中的接触线,接触线识别模块的数据输出端与几何参数计算模块的数据输入端连接,根据受电弓区域和接触线的信息计算接触网的几何参数。

[0031] 本发明的有益效果是:

[0032] 1)本发明基于双目原理,找出两个相机所采集的不同视角的图像中,相交于受电弓顶端平面的疑似接触线,并将该疑似接触线判定为真正与受电弓接触的接触线。

[0033] 2)本发明还具有受电弓图像矫正功能,根据标定图像对第一视角图像进行透视矫正,得到左右对称的受电弓。通过矫正手段可克服相机在拍摄过程中由于抖动等原因造成图像畸变的情况,基于该矫正后的受电弓,可测量出更精确的几何参数。

[0034] 3)本发明还具有几何参数优化计算功能,先在单目模式下分别测量两个相机所采集受电弓图像的几何参数,再对两个图像进行调整,使得两个图像中的受电弓保持在同一尺度下,利用两个相机的测量结果以及接触线的识别信息进行综合分析,最终得到一个更为精确的几何参数。本发明可削弱隧道对于红外相机、噪声、光线亮度以及单个相机下受电弓被遮挡的影响。

[0035] 4)基于双目原理,还可解决单目相机在采集识别接触线时,将由于图像成像质量差而生成的直线条误识别为接触线的情况。

## 附图说明

[0036] 图1为本发明基于双目原理的接触网几何参数测量方法的流程示意图;

[0037] 图2为本发明基于双目原理的接触网几何参数测量系统的系统框图;

[0038] 图3为本发明第一相机采集的第一视角图像示例图;

[0039] 图4为本发明第二相机采集的第二视角图像示例图;

[0040] 图5为本发明基于第一视角图像的单目模式下几何参数结果图;

[0041] 图6为本发明基于第二视角图像的单目模式下几何参数结果图;

[0042] 图7为本发明基于双目模式下的几何参数结果图。

## 具体实施方式

[0043] 下面结合附图进一步详细描述本发明的技术方案,但本发明的保护范围不局限于以下所述。

[0044] (1)基于双目原理的接触网几何参数测量方法

[0045] 如图1所示,该实施例描述了一种基于双目原理的接触网几何参数测量方法,所述方法包括以下步骤:

[0046] S1,通过第一相机采集受电弓的第一视角图像。

[0047] S2,通过第二相机采集受电弓的第二视角图像。

[0048] 一般的,所述第一相机可采用红外相机,所述第二相机可采用高清可见光相机,所述第二相机也可采用近红外相机。近红外相机与普通可见光相机相比有着更多更优的特

点,更适用于安装在高速轨道交通工具上,以采集接触网受电弓的高清视频图像。

[0049] 本发明中,所述双目原理即基于两个相机从不同角度对受电弓进行拍摄成像的原理,所述的双目模式为基于两个相机的成像图像的模式,所述单目模式为基于一个相机的成像图像的模式。所述第一视角图像与所述第二视角图像中的受电弓具有一定角度的视角差,即第一相机和第二相机可安装在高速轨道交通工具顶部的两侧,从两个不同的角度采集受电弓的视频图像,该视角差一般为锐角。

[0050] 其中,第一相机采集的第一视角图像如图3所示,系统从第一视角图像中识别出了3条直线条,在现有技术中,很难分辨出这3条线条中,实际上哪条直线才是真正的接触线;第二相机采集的第二视角图像如图4所示,系统从第二视角图像中识别出了4条直线条,在现有技术中,很难分辨出这4条线条中,实际上哪条直线才是真正的接触线。

[0051] 现有技术中一般以这种方式来判断哪条直线为接触线:对于红外相机,其图像中接触线的识别方式可以为:将图像中最亮的直线视为接触线;对于可见光相机或近红外相机,其图像中接触线的识别方式可以为:将图像中在受电弓顶端平面上最暗的直线视为接触线。

[0052] S3,图像透视矫正,根据标定图像对第一视角图像和第二视角图像进行透视矫正,使第一视角图像和第二视角图像中的受电弓呈左右对称形式。通过矫正手段可克服相机在拍摄过程中由于抖动等原因造成图像畸变的情况,基于该矫正后的受电弓,可测量出更精确的几何参数。

[0053] 一般的,该第一视角图像可为红外相机采集的红外图像,本发明所采用的矫正方法可基于九点标定板来实现,通过红外相机对九点标定板透视成像的像素坐标和实际像素坐标进行量化标定,计算出畸变系数,在后期使用时,只需通过红外相机拍摄受电弓成像的像素坐标,然后带入该畸变系数,推算出没有畸变的实际像素坐标,完成畸变矫正。

[0054] 第二视角图像可为高清可见光相机或近红外相机采集的高清图像,其采用的矫正方法也可基于九点标定板来实现,通过高清可见光相机或近红外相机对九点标定板透视成像的像素坐标和实际像素坐标进行量化标定,计算出畸变系数,在后期使用时,只需通过高清可见光相机或近红外相机拍摄受电弓成像的像素坐标,然后带入该畸变系数,推算出没有畸变的实际像素坐标,即可完成畸变矫正。

[0055] S4,识别受电弓,分别将第一视角图像和第二视角图像与相应视角的受电弓模型进行匹配,对第一视角图像和第二视角图像中的受电弓进行定位。

[0056] 进一步的,所述受电弓模型包括第一视角受电弓模型和第二视角受电弓模型,每个视角图像都具有相应视角的受电弓模型。

[0057] 所述第一视角受电弓模型包括第一视角受电弓整体模型、第一视角受电弓左边模型和第一视角受电弓右边模型。

[0058] 所述第二视角受电弓模型包括第二视角受电弓整体模型、第二视角受电弓左边模型和第二视角受电弓右边模型。

[0059] 其中,受电弓左边模型和受电弓右边模型均在受电弓整体模型的内部,受电弓左边模型为受电弓整体模型的左侧部分,受电弓右边模型为受电弓整体模型右侧部分。在进行模型匹配时,检查定位目标是否与受电弓整体模型、受电弓左边模型和受电弓右边模型等三个模型匹配,一般的,当三个模型均匹配时,才判定该定位目标为受电弓。

[0060] S5,识别接触线,以第一视角图像的定位结果为基准,对第二视角图像的受电弓定位区域尺寸进行调整,使第一视角图像中的受电弓与第二视角图像中的受电弓保持在同一尺度下,识别出第一视角图像和第二视角图像中疑似接触线的直线,将第一视角图像和第二视角图像进行比对,查找出相交于受电弓顶端平面的疑似接触线的直线,并将其判定为接触线。

[0061] 如图3和图4所示的图像中,将同一尺度下的两个受电弓图像进行叠合比对,若第一视角图像中所识别出的某一直线正好与第二视角图像中所识别出的某一直线相交,且其交点在受电弓顶端平面上,则判定该直线分别为第一视角图像中的接触线和第二视角图像中的接触线。

[0062] 进一步的,所述步骤S5还包括接触线跟踪识别判断子步骤:计算当前接触线的位置与前一帧接触线的位置的偏差,若该偏差大于设定的偏差阈值,则将该接触线视为错误结果。

[0063] S6,根据S4中识别出的接触线和S5中识别出的受电弓计算接触网的几何参数。

[0064] 所述几何参数包括导高值,其计算方式为:根据受电弓顶端平面到图像下边界的像素高度值row、每个图像像素所对应的实际长度dScale和图像下边界距离轨道水平面的实际高度值Hbase,计算出该帧图像中受电弓的导高值,导高值=row\*dScale+Hbase。

[0065] 所述几何参数还包括拉出值,其计算方式为:根据接触线与受电弓顶端平面的交点,计算该交点相对于受电弓顶端平面的中心位置的像素距离值,根据该像素距离值col和每个图像像素所对应的实际长度dScale计算出该帧图像中接触线的拉出值,拉出值=col\*dScale。

[0066] 进一步的,所述步骤S6还包括几何参数优化计算方式:

[0067] S601,根据第一相机采集的前N帧第一视角图像中所识别出的疑似接触线和受电弓位置,计算该前N帧第一视角图像的几何参数,如图5所示,并计算出该N组几何参数的平滑度。平滑度的计算目的是有助于判断当前视角图像的几何参数是否可靠。平滑度好则认为当前视角的几何参数可信度大,反之可信度小。

[0068] S602,根据第二相机采集的前N帧第二视角图像中所识别出的疑似接触线和受电弓位置,计算该前N帧第二视角图像的几何参数,如图6所示,并计算出该N组几何参数的平滑度。

[0069] S603,将步骤S6中在双目模式下所计算的前N帧几何参数与步骤S601和S602中在单目模式下所计算的前N帧几何参数进行比较,计算其相似度。

[0070] 相似度的计算有助于区分两个视角中哪个视角下识别的几何参数可信度大,如第一视角图像独立计算的几何参数与基于双目计算的几何参数更相似,则说明第一视角的几何参数可信度大,在双目计算的时候可增加其权重。

[0071] S604,根据几何参数的平滑度和相似度来确定该几何参数的可信度,以此来确定最优几何参数,其结果如图7所示。

[0072] 基于优化计算方式,本发明先在单目模式下测量几何参数,然后再利用两个相机的测量结果以及接触线的识别信息进行综合分析,最终得到一个更为精确的几何参数。双目模式下的几何参数测量方法可削弱隧道对于红外相机、噪声、光线亮度以及单个相机下受电弓被遮挡的影响。



[0073] (2)基于双目原理的接触网几何参数测量系统

[0074] 如图2所示,该实施例描述了一种基于双目原理的接触网几何参数测量系统,所述系统包括第一相机、第二相机、图像矫正模块、受电弓识别模块、接触线识别模块、受电弓模型数据库和几何参数计算模块。

[0075] 所述第一相机和第二相机可同一水平安装在高速轨道交通工具顶部的两侧,分别从两个不同的角度采集受电弓的视频图像,第一相机和第二相机的视频输出端均与图像矫正模块的数据输入端连接,进行图像矫正处理,图像矫正模块的数据输出端与受电弓识别模块的数据输入端连接,受电弓识别模块的参考端与受电弓模型数据库连接,分别定位出第一视角图像和第二视角图像中的受电弓区域,受电弓识别模块的数据输出端与接触线识别模块的数据输入端连接,分别识别出第一视角图像和第二视角图像中的接触线,接触线识别模块的数据输出端与几何参数计算模块的数据输入端连接,根据受电弓区域和接触线的信息计算接触网的几何参数。

[0076] 一般的,所述第一相机可采用红外相机,所述第二相机可采用可见光相机,所述第二相机也可采用近红外相机。

[0077] 如上参照附图以示例的方式描述了根据本发明的基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统。但是,本领域技术人员应当理解,对于上述本发明所提出的基于双目原理的接触网几何参数测量方法及系统,还可以在不脱离本发明内容的基础上做出各种改进,或者对其中部分技术特征进行等同替换,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应当由所附的权利要求书的内容确定。

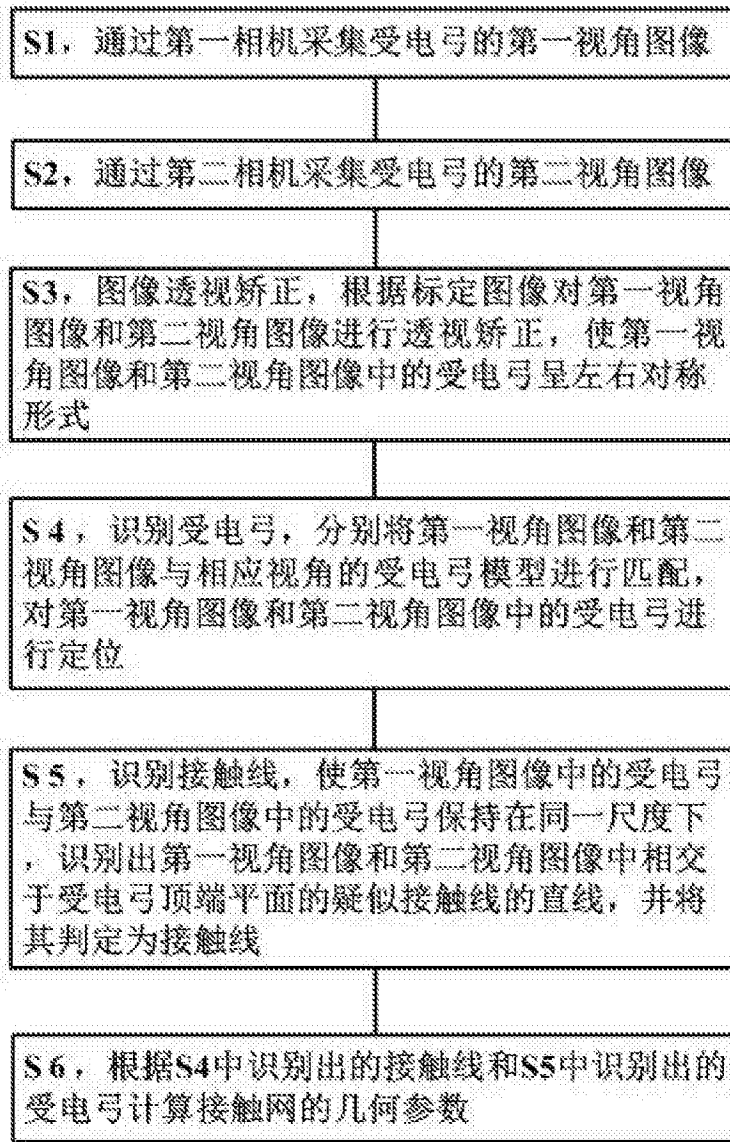


图1

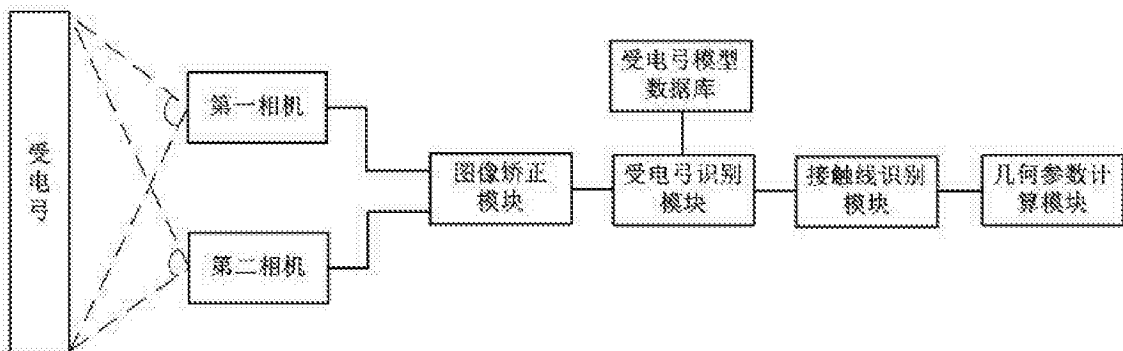


图2

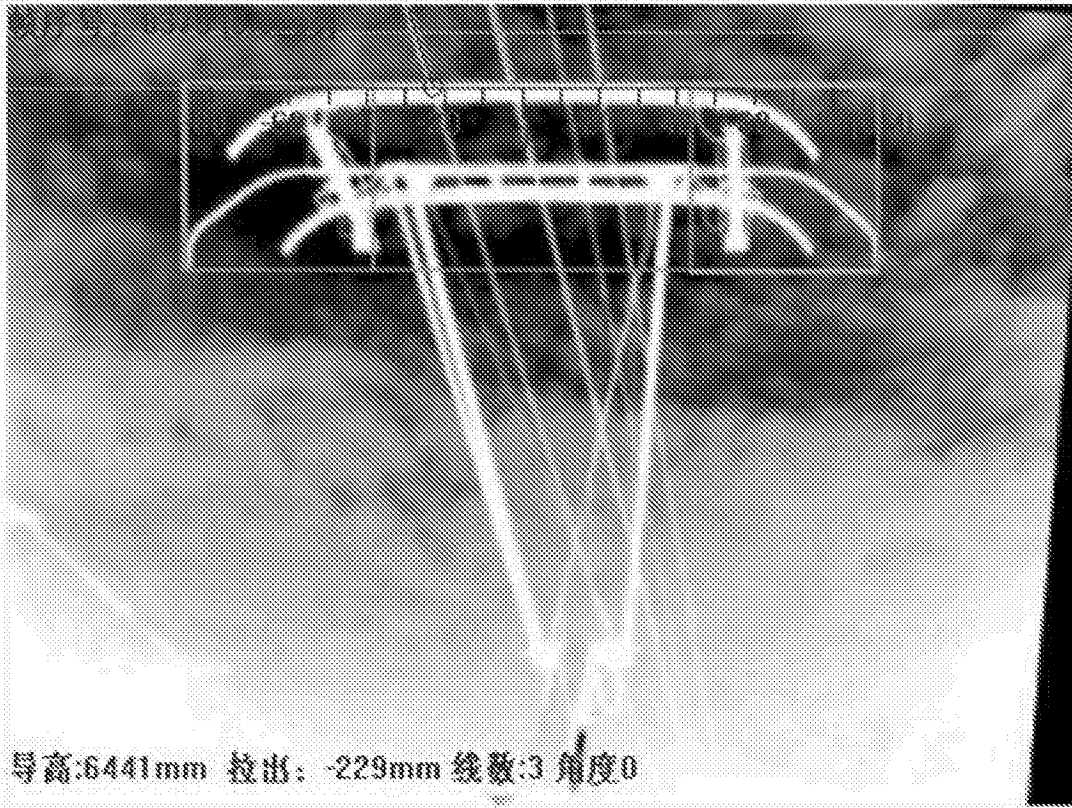


图3

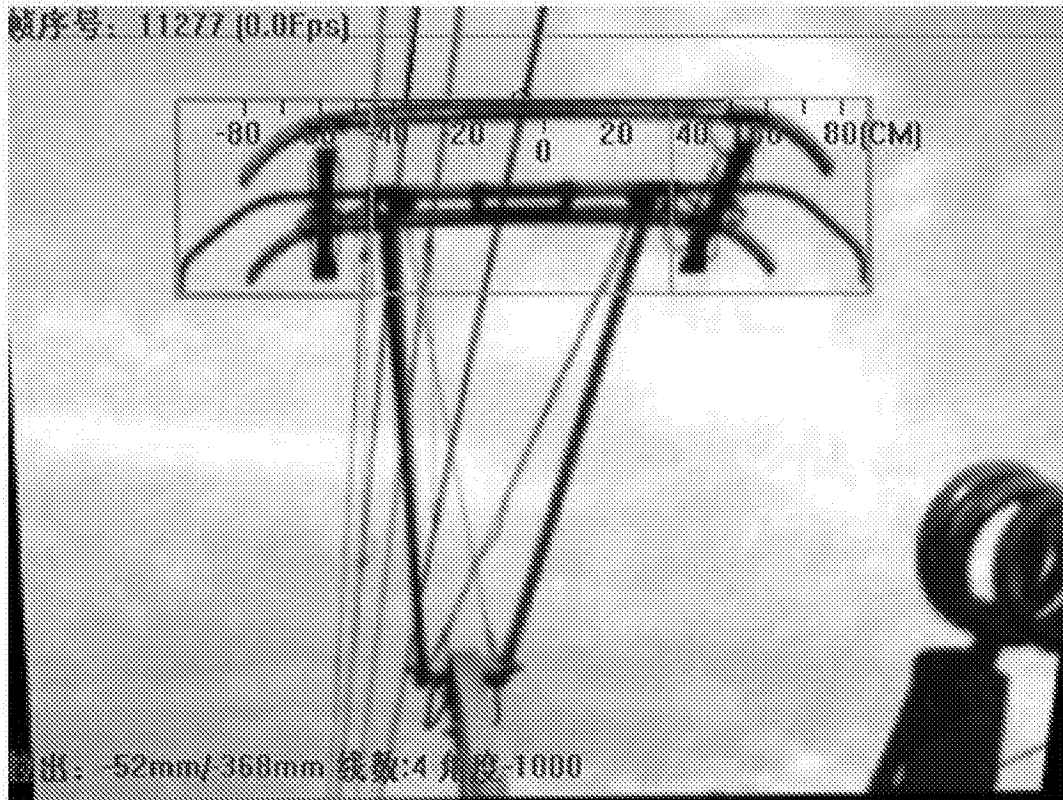


图4

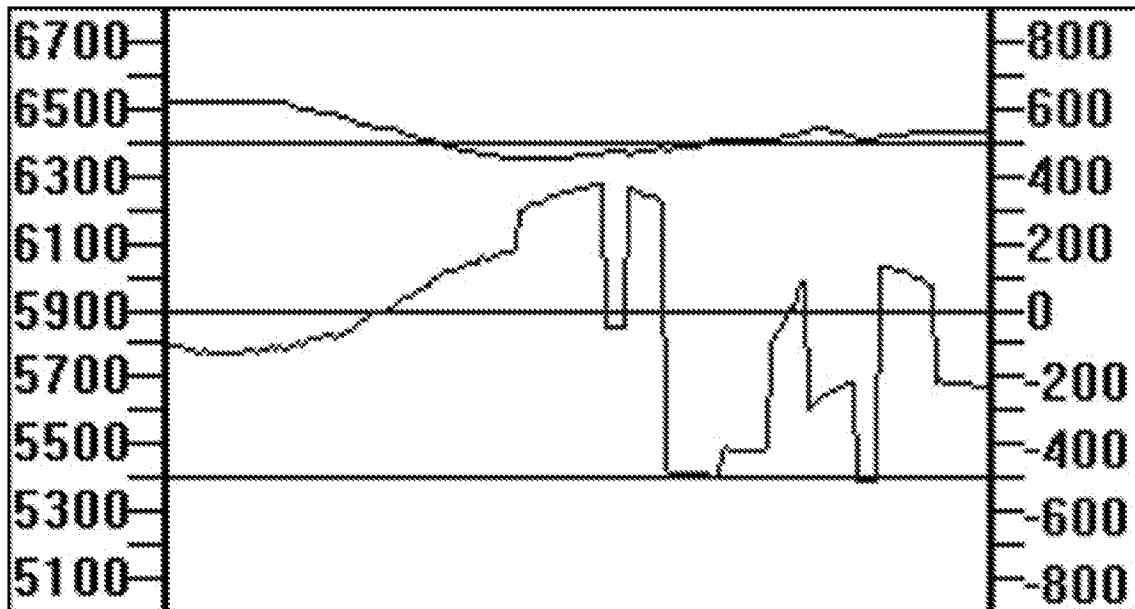


图5

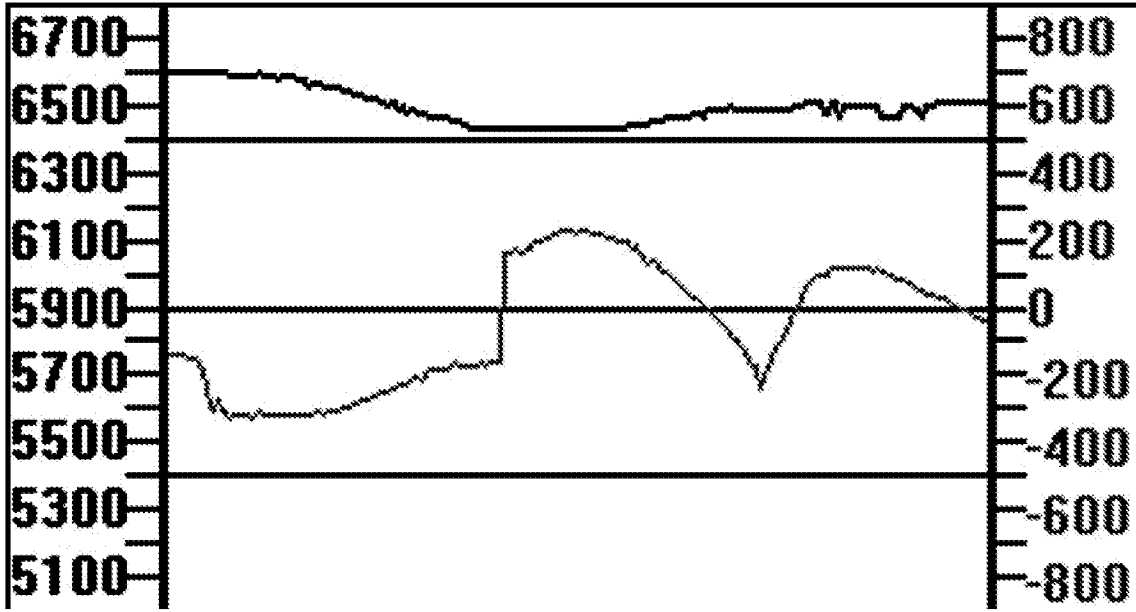


图6

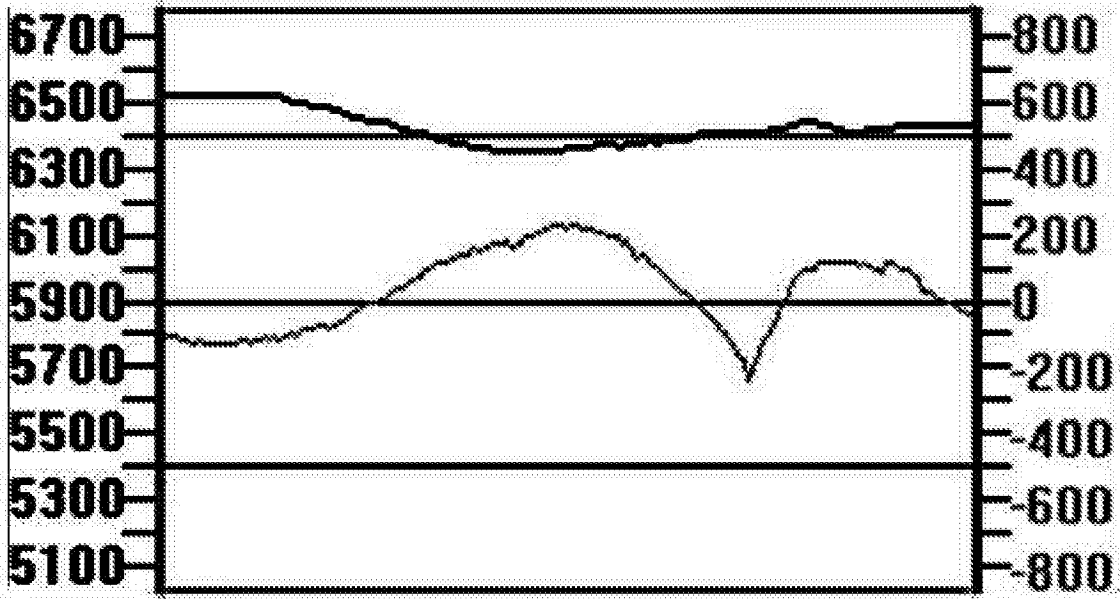


图7