



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203037214 U

(45) 授权公告日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201220717070. 5

G01C 5/00(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 12. 21

(73) 专利权人 北京天格高通科技有限公司

地址 100098 北京市海淀区大钟寺13号院1号楼6A11室

(72) 发明人 黄立平

(74) 专利代理机构 北京市盛峰律师事务所
11337

代理人 赵建刚

(51) Int. Cl.

G01B 11/00(2006. 01)

G01B 11/02(2006. 01)

G01B 11/14(2006. 01)

G01C 9/00(2006. 01)

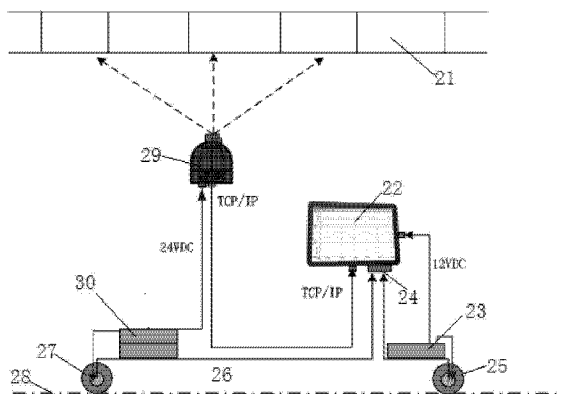
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54) 实用新型名称

一种便携式接触网几何参数检测系统

(57) 摘要

一种便携式接触网几何参数检测系统,包括检测车、激光雷达传感器、电脑和电源,所述激光雷达传感器、所述电脑和所述电源均设置在所述检测车上,所述激光雷达传感器和所述电脑均与所述电源电连接,所述激光雷达传感器和所述电脑之间通讯连接;所述激光雷达传感器上设有激光自动扫描器,所述激光自动扫描器的扫描方向对准待检测的接触网。本实用新型将激光雷达技术应用于接触网几何参数的非接触式检测中,突破了传统检测方式的束缚,拓宽了激光雷达技术的应用范围,丰富了铁路接触网几何参数检测的技术手段。本实用新型将激光雷达技术应用于接触网几何参数的连续快速检测,大大提高了测量效率。



1. 一种便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于,包括检测车、激光雷达传感器、电脑和电源,所述激光雷达传感器、所述电脑和所述电源均设置在所述检测车上,所述激光雷达传感器和所述电脑均与所述电源电连接,所述激光雷达传感器和所述电脑之间通讯连接;所述激光雷达传感器上设有激光自动扫描器,所述激光自动扫描器的扫描方向对准待检测的接触网。

2. 根据权利要求1所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述激光自动扫描器的扫描角度范围为 -5° 至 185° 。

3. 根据权利要求1所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述激光自动扫描器的扫描频率大于25次/秒。

4. 根据权利要求1所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述电脑为工业平板触摸电脑。

5. 根据权利要求1所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述激光雷达传感器和所述电脑之间通过TCP/IP形式通讯连接。

6. 根据权利要求1所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述电源为一个双节大容量锂电池串联组和一个单节大容量锂电池,分别为所述激光雷达传感器和所述电脑供电。

7. 根据权利要求6所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述双节大容量锂电池串联组和所述单节大容量锂电池还分别为所述检测车的后轮传感器和前轮传感器供电。

8. 根据权利要求6所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述双节大容量锂电池串联组的供电电压为24V,所述单节大容量锂电池的供电电压为12~24V可调电压。

9. 根据权利要求1所述的便携式接触网几何参数检测系统,其特征在于:所述电脑上设有位移脉冲采集卡,所述位移脉冲采集卡分别与所述检测车后轮上的脉冲探测器和前轮上的脉冲探测器电连接。

一种便携式接触网几何参数检测系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及铁路电气化技术与设备技术领域,尤其是涉及一种便携式接触网几何参数检测系统。

背景技术

[0002] 目前接触网导高、拉出值、侧面限界等常规参数的测量采用人工定点的方式进行测量,普遍存在测量值不连续、测量效率低等缺点。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的在于设计一种新型的便携式接触网几何参数检测系统,解决上述问题。

[0004] 为了实现上述目的,本实用新型采用的技术方案如下:

[0005] 一种便携式接触网几何参数检测系统,包括检测车、激光雷达传感器、电脑和电源,所述激光雷达传感器、所述电脑和所述电源均设置在所述检测车上,所述激光雷达传感器和所述电脑均与所述电源电连接,所述激光雷达传感器和所述电脑之间通讯连接;所述激光雷达传感器上设有激光自动扫描器,所述激光自动扫描器的扫描方向对准待检测的接触网。

[0006] 所述激光自动扫描器的扫描角度范围为 -5° 至 185° 。

[0007] 所述激光自动扫描器的扫描频率大于25次/秒。

[0008] 所述电脑为工业平板触摸电脑。

[0009] 所述激光雷达传感器和所述电脑之间通过TCP/IP形式通讯连接。

[0010] 所述电源为一个双节大容量锂电池串联组和一个单节大容量锂电池,分别为所述激光雷达传感器和所述电脑供电。

[0011] 所述双节大容量锂电池串联组和所述单节大容量锂电池还分别为所述检测车的后轮传感器和前轮传感器供电。

[0012] 所述双节大容量锂电池串联组的供电电压为24V,所述单节大容量锂电池的供电电压为12~24V可调电压。

[0013] 所述电脑上设有位移脉冲采集卡,所述位移脉冲采集卡分别与所述检测车后轮上的脉冲探测器和前轮上的脉冲探测器电连接。

[0014] 本实用新型所谓的激光雷达传感器可以为Sick激光雷达传感器,即SICK-Sensor Intelligence,德国两克(SICK)智能传感器。

[0015] 本实用新型应用于电气化铁路接触网建设及运营维护。

[0016] 本实用新型采用基于光速飞行时间测距原理的高频激光雷达作为数据采集单元,采用先进的线性回归算法处理激光雷达返回的数据,能够连续实时的对接触网的几何参数进行精确测量,能够连续快速的测量接触线拉出值、接触线高度、接触线坡度、支柱侧面限界、支柱(杆号)、吊弦位置、相邻吊弦高差、两支接触线水平距离、两支接触线垂直距离等

参数,实现接触线历史数据叠加对比,并能导出和打印检测数据报表。经现场测试,测量误差小于 $\pm 2\text{mm}$,为接触网的动态品质分析提供更加直观、可靠的基础。

[0017] 4.1 本实用新型的检测原理如下:

[0018] 本实用新型主要由激光雷达构成,通过激光雷达技术提取接触网结构特征,采用接触网结构线性回归算法,对接触网的几何参数进行实时分析计算。

[0019] 激光雷达技术是近几年发展的一项新技术,激光扫描具有扫描速度快、精度高、信息丰富等特点,激光雷达系统为非接触的光学测量系统,通过连续发射激光束的方式对被测物体或背景进行一维、二维及三维测量。系统结构如下见图 1 至图 4

[0020] 4.2 本实用新型的检测模型:

[0021] 如图 4 所示,前端扫描传感器带电后自动运行,随着检测系统的前进,在接触网横向断面上持续进行高频率扫描,扫描到物体后进行分析处理,自动输出极坐标长度和角度。如图 5 和 6 所示,设激光雷达扫描测量到的接触线极坐标长度变量为 x ,则:

$$[0022] \quad H = H_0 + h = H_0 + x \cos \alpha$$

$$[0023] \quad z = x \sin \alpha$$

[0024] 式中: H -接触线高度

[0025] h -接触线至激光发射点所在水平面的距离

[0026] z -拉出值

[0027] H_0 -激光雷达扫描点距轨面高度

[0028] α -激光雷达中心轴线同扫描激光束的夹角

[0029] 以上为检测系统在直线段和曲线段的检测原理。在锚段关节和线岔处(如图 7~图 9 所示)对两支接触线同时进行上述模型计算,也可计算出两支接触线在水平和垂直面内的相位关系。同时本系统还可准确检测出交叉线岔的岔心和接触点,以及无交叉线岔的始触区和锚段关节的过渡点,满足铁运〔2011〕10 号“关于发布《高速铁路接触网运行检修暂行规程》的通知”中关于锚段关节和线岔的重要检修参数的要求。

[0030] 4.3 本实用新型的运行条件

[0031] 在 $-30^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$ 的几乎所有环境条件下,都可进行测量作业,但大雪、大雨天气时,由于激光束扫描时会遇到雨滴、雪片而反射,需对接收反射波的序列进行设置,接收最后一个反射波返回的数据,即便如此设置,检测系统仍可能存在干扰。

[0032] 4.4 本实用新型的测量误差的讨论

[0033] 本系统的测量误差从理论上进行计算分析满足误差要求,在研制成功后,在试验室进行了精准标定,然后在实际运行铁路线上进行了试运行测试,试运行测试结果见下文。这些试运行工作的主要目的是:验证检测系统的重复性和准确性,并与经过国家计量院标定过的激光测距仪静态下的测量数据进行对比分析。

[0034] 不确定度分析

[0035] ①接触线高度不确定度

[0036] 接触线高度的不确定度由两部分组成:检测系统接触线高度检测部分的原始输出值的不确定度以及检测系统结构高度的测量值所引起的不确定度(由于推行速度很低和系统结构的重量,系统在垂直方向上不存在位移)。

[0037] 接触线高度表示为:

[0038] $L = L1+L2$

[0039] 式中 :L——接触线高度 ;

[0040] L1——检测系统测量的高度 ;

[0041] L2——系统结构高度的测量值 ;

[0042] 输入量 L1 的标准不确定度 $u_1(h)$ 的评定

[0043] 检测系统接触线高度检测部分的原始输出值误差导致的不确定度为 $u_1(h)$, 检测系统接触线高度检测部分的输出值最大误差为 5mm, 以均匀分布估计, 则 :

[0044] $u_1(h) = 5mm / \sqrt{3} = 2.89mm$

[0045] 输入量 L2 的标准不确定度 $u_2(h)$ 的评定

[0046] 系统结构高度的测量值不确定度为 $u_2(h)$, 根据经验评估, 测量误差在 2mm 范围内, 以均匀分布估计, 则 :

[0047] $u_2(h) = 2mm / \sqrt{3} = 1.15mm$

[0048] 表 1 测量不确定度分量汇总表

[0049]

不确定度来源	误差限 /mm	分布	$u(x)/mm$	c_i	$u_i(y)/mm$
测量系统	5	均匀	2.89	1	2.89
系统结构	2	均匀	1.15	1	1.15

[0050] 由于以上各分项标准不确定度分量互不相关, 所以合成标准不确定度为 :

[0051] $u(h) = \sqrt{u_1^2(h) + u_2^2(h)} = 3.11mm$

[0052] ②拉出值不确定度

[0053] 拉出值的不确定度由两部分组成 :检测系统激光扫描分析拉出值输出误差引起的不确定度、系统结构水平位移引起的不确定度。

[0054] 拉出值的表示为 :

[0055] $L = L1+L2$

[0056] 式中 :L1——检测系统激光扫描分析拉出值输出 ;

[0057] L2——系统结构水平位移 ;

[0058] 输入量 L1 的标准不确定度 $u_1(L1)$ 的评定 :

[0059] 检测系统图像分析拉出值输出误差导致的不确定度为 $u_1(L1)$, 激光扫描拉出值输出误差最大为 5mm, 以均匀分布估计, 则 :

[0060] $u_1(L_1) = 5mm / \sqrt{3} = 2.87mm$

[0061] 输入量 L2 的标准不确定度 $u_2(L2)$ 的评定 :

[0062] 系统结构在水平振动位移的不确定度为 $u_2(L2)$, 根据最大推行速度和轮子的弧形结构, 可计算出其误差最大为 4mm, 以均匀分布估计, 则 :

[0063] $u_2(L_2) = 4mm / \sqrt{3} = 2.31mm$

[0064] 表 2 测量不确定度分量汇总表

[0065]

测量不确定度来源	误差限 /mm	分布	$u(x)/mm$	c_i	$u_i(y)/mm$
L1	2	均匀	1.15	1	1.15
L2	5	均匀	2.89	1	2.89

[0066] [0066] 由于以上各分项标准不确定度分量互不相关,所以合成标准不确定度为:

$$[0067] \quad u(L) = \sqrt{u_1^2(L_1) + u_2^2(L_2)} = 3.68\text{mm}$$

[0068] 检测系统数据分析流程见图 10:

[0069] 本实用新型的有益效果可以总结如下:

[0070] 1,本实用新型将激光雷达技术应用于接触网几何参数的非接触式检测中,突破了传统检测方式的束缚,拓宽了激光雷达技术的应用范围,丰富了铁路接触网几何参数检测的技术手段。

[0071] 2,本实用新型将激光雷达技术应用于接触网几何参数的连续快速检测,大大提高了测量效率。

[0072] 3,本实用新型根据接触线的架设环境及原始数据分析,总结出了接触悬挂复杂背景下的识别与跟踪算法,根据激光雷达的技术特点和针对检测的影响因素提出了消除检测误差的控制措施,对于提高测量数据的精确性及有效性具有实际效果。

附图说明

[0073] 图 1 为本实用新型的原理示意图。

[0074] 图 2 为本实用新型的系统结构示意图。

[0075] 其中,21 表示接触网,22 表示工业平板触摸电脑,23 表示单节大容量锂电池,24 表示位移脉冲采集卡,25 表示前轮,26 表示检测车,27 表示后轮,28 表示轨平面,29 表示激光雷达传感器,30 表示双节大容量锂电池串联。

[0076] 图 3 为 SICK 激光雷达装置的扫描示意图。

[0077] 图 4 为激光扫描原理图。

[0078] 其中,41 表示扫描中心轴线。

[0079] 图 5 为直线区段检测原理图。

[0080] 其中,51 表示接触线,52 表示轨平面。

[0081] 图 6 为曲线区段检测原理图。

[0082] 其中,61 表示接触线,62 表示轨平面。

[0083] 图 7 为四跨关节激光扫描原理图。

[0084] 其中,71 表示接触网。

[0085] 图 8 为五跨非绝缘锚段关节激光扫描原理图。

[0086] 其中,81 表示接触网。

[0087] 图 9 为六跨锚段关节激光扫描原理图。

[0088] 其中,91 表示接触网。

[0089] 图 10 为检测系统数据分析流程图。

[0090] 图 11 为 DJJ-8 型号检测小车测量拉出值对比图。

[0091] 图 12 为 DJJ-8 型号检测小车测量拉出值误差对比图。

[0092] 图 13 为 DJJ-8 型号检测小车测量接触线高度对比图。

[0093] 图 14 为 DJJ-8 型号检测小车测量接触线高度误差对比图。

具体实施方式

[0094] 为了使本实用新型所解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。

[0095] 如图 1 和图 2 所示的一种便携式接触网几何参数检测系统,包括检测车、激光雷达传感器、电脑和电源,所述激光雷达传感器、所述电脑和所述电源均设置在所述检测车上,所述激光雷达传感器和所述电脑均与所述电源电连接,所述激光雷达传感器和所述电脑之间通讯连接;所述激光雷达传感器上设有激光自动扫描器,所述激光自动扫描器的扫描方向对准待检测的接触网。所述激光自动扫描器的扫描角度范围为 -5° 至 185° 。所述激光自动扫描器的扫描频率大于 25 次/秒。

[0096] 在更加优选的实施例中,所述电脑为工业平板触摸电脑。所述激光雷达传感器和所述电脑之间通过 TCP/IP 形式通讯连接。所述电源为一个双节大容量锂电池串联组和一个单节大容量锂电池,分别为所述激光雷达传感器和所述电脑供电。所述双节大容量锂电池串联组和所述单节大容量锂电池还分别为所述检测车的后轮传感器和前轮传感器供电。所述双节大容量锂电池串联组的供电电压为 24V,所述单节大容量锂电池的供电电压为 12 ~ 24V 可调电压。

[0097] 所述电脑上设有位移脉冲采集卡,所述位移脉冲采集卡分别与所述检测车后轮上的脉冲探测器和前轮上的脉冲探测器电连接。所述激光雷达传感器为 Sick 激光雷达传感器

[0098] 本系统将激光雷达技术应用于接触网几何参数的非接触式检测中,突破了传统检测方式的束缚,拓宽了激光雷达技术的应用范围,丰富了铁路接触网几何参数检测的技术手段。

[0099] 本系统达到的技术效果如下:

[0100] (1) 将激光雷达技术应用于接触网几何参数的连续快速检测,大大提高了测量效率。

[0101] (2) 根据接触线的架设环境及原始数据分析,总结出了接触悬挂复杂背景下的识别与跟踪算法,根据激光雷达的技术特点和针对检测的影响因素提出了消除检测误差的控制措施,对于提高测量数据的精确性及有效性具有实际效果。

[0102] (3) 经京(北京)-石(石家庄)-武(武汉)高铁北京-石家庄段、津唐高铁唐山段的实际测量,与人工定点的接触网几何参数检测结果相对比,证明系统可以满足接触网的施工要求。检测数据情况如下:

[0103] 2012 年 9 月 9 日,中铁电气化局的工程技术人员采用 DJJ-8 型激光测距仪测量了津唐高铁唐山段 1845#、1843#、1841#、1839# 共四个定位点处的接触线高度和拉出值,测量数据与我公司研制的接触网检测系统进行对比(如表 1 所示),拉出值的平均误差为 2mm,最小误差为 0mm;接触线高度的平均误差为 4mm(其中 ± 6 mm 的误差,可能是由于操作 DJJ-8 型激光测距仪的测量人员在读数和操作方面造成的误差),最小误差为 2mm。如图 1 ~ 4 可知, DJJ-8 型激光测距仪和我公司研制的接触网检测系统测量的接触线高度和拉出值几乎完全重合,误差折线图分布平滑。

[0104] 表 3 DJJ-8 型激光测距仪与检测小车测量数据对比表

[0105]

杆号	项目	DJJ-8 激光测距仪 (mm)	检测小车 (mm)	绝对误差 (mm)
1845#	拉出值	-212	-213	1
	接触线高度	5309	5307	2
1843#	拉出值	148	150	-2
	接触线高度	5309	5311	-2
1841#	拉出值	-198	-194	-4
	接触线高度	5300	5294	6
1839#	拉出值	162	162	0
	接触线高度	5303	5309	-6

[0106] 以上通过具体的和优选的实施例详细的描述了本实用新型,但本领域技术人员应该明白,本实用新型并不局限于以上所述实施例,凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

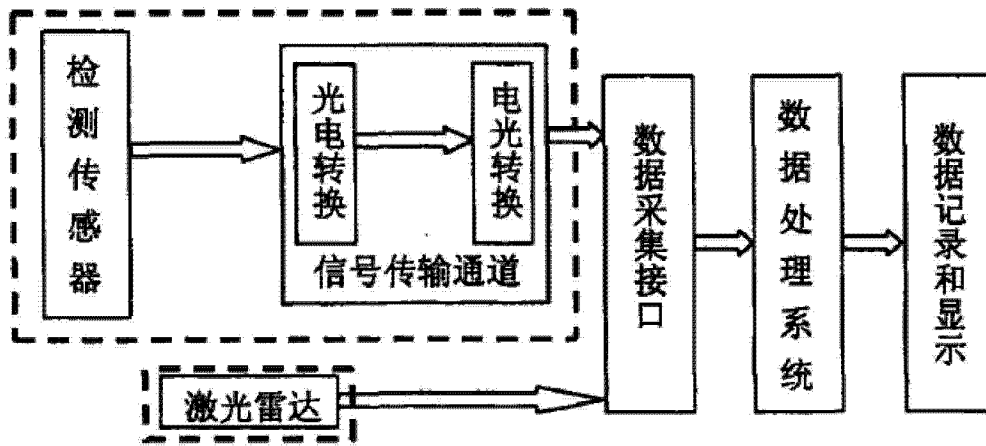


图 1

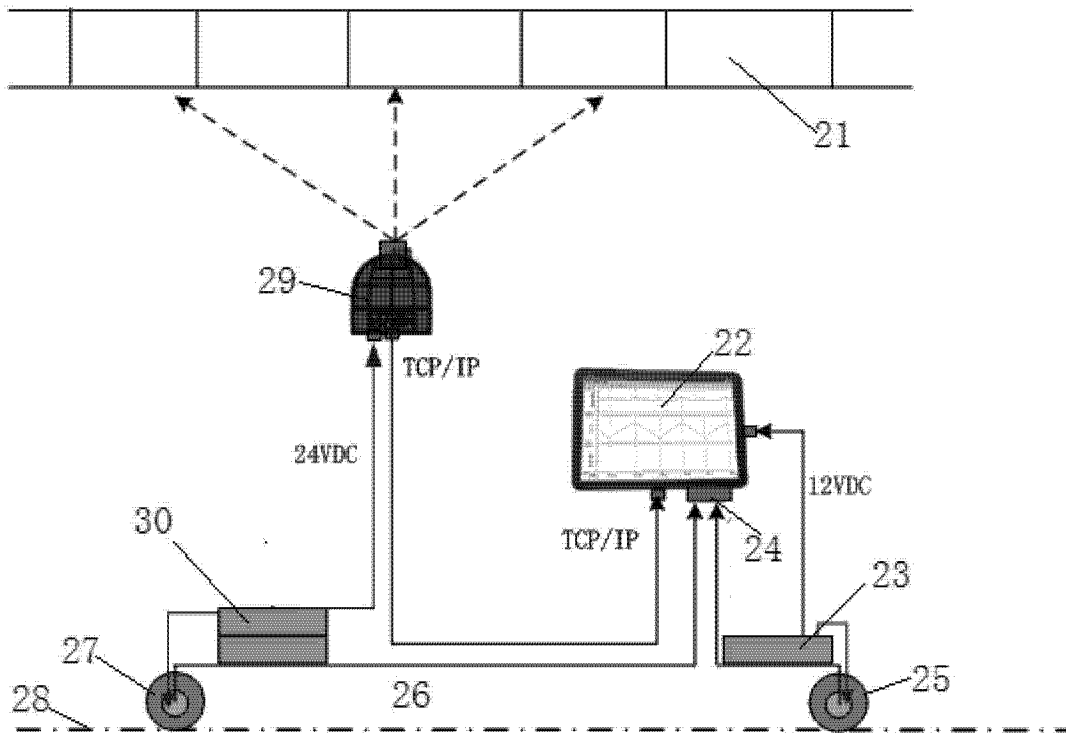


图 2

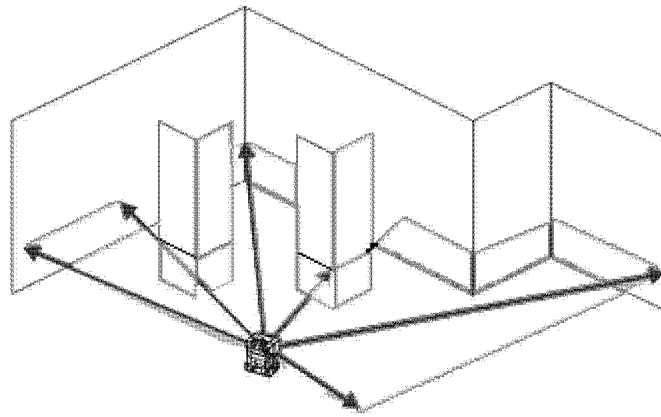


图 3

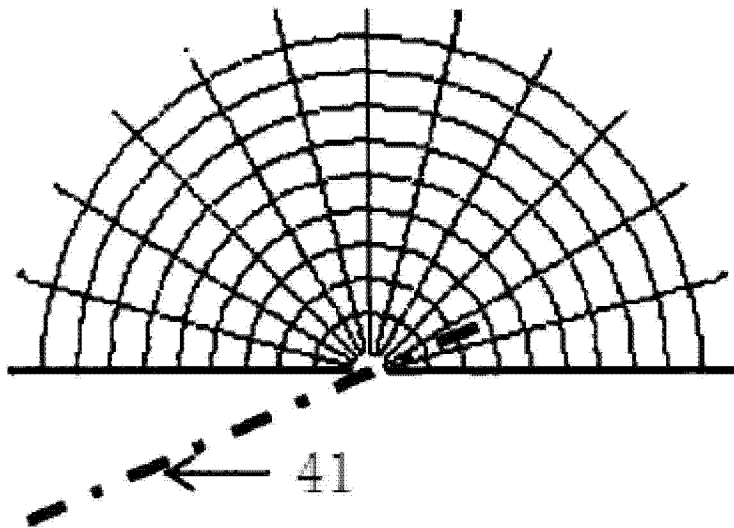


图 4

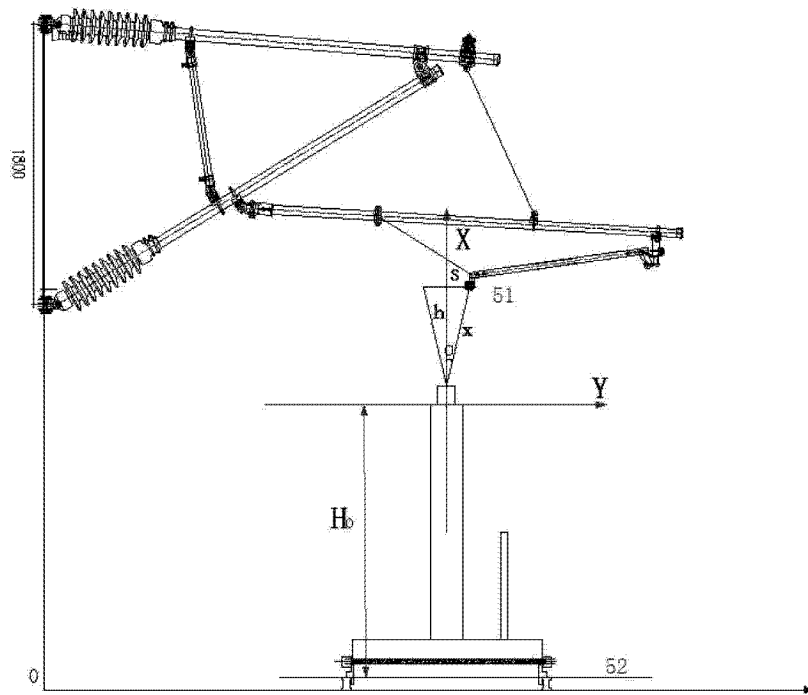


图 5

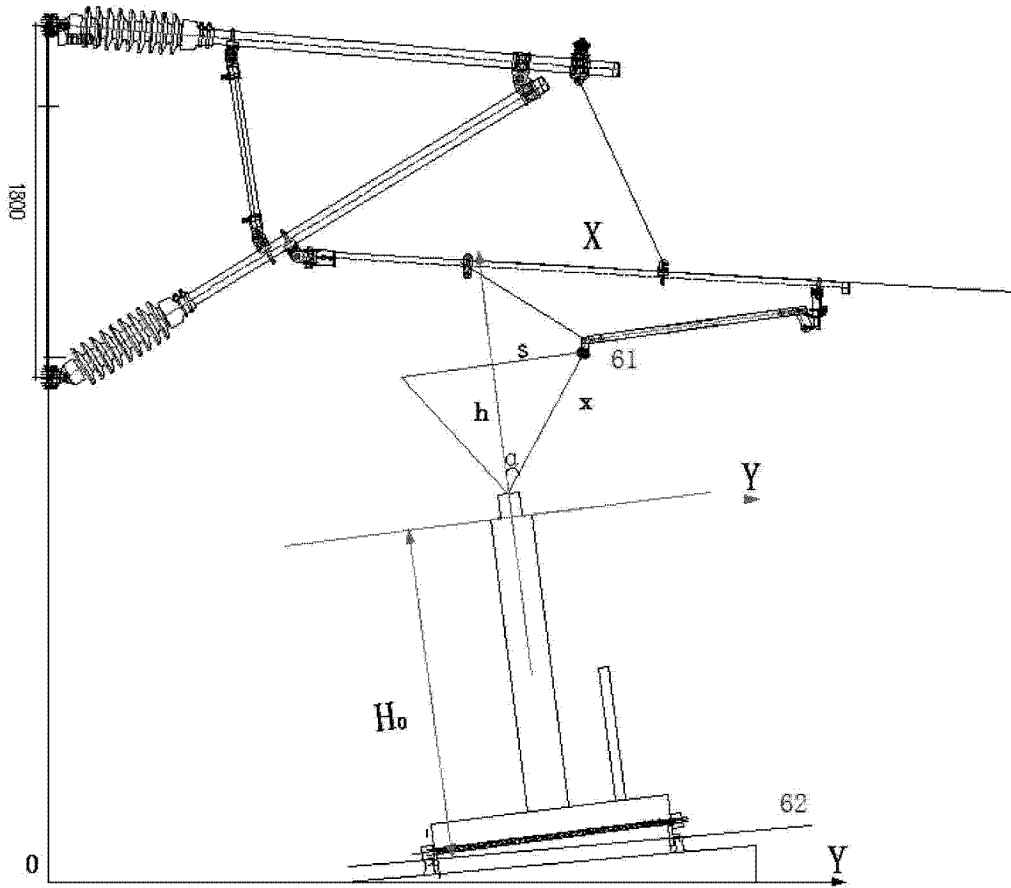


图 6

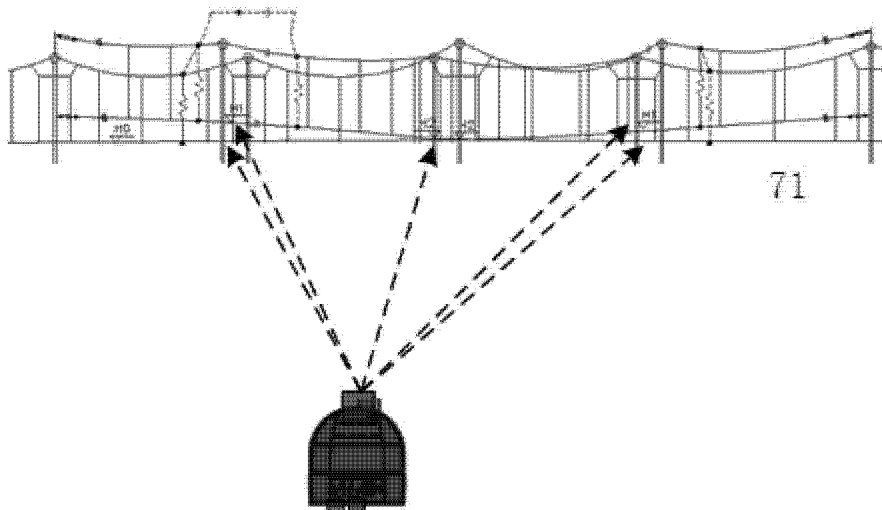


图 7

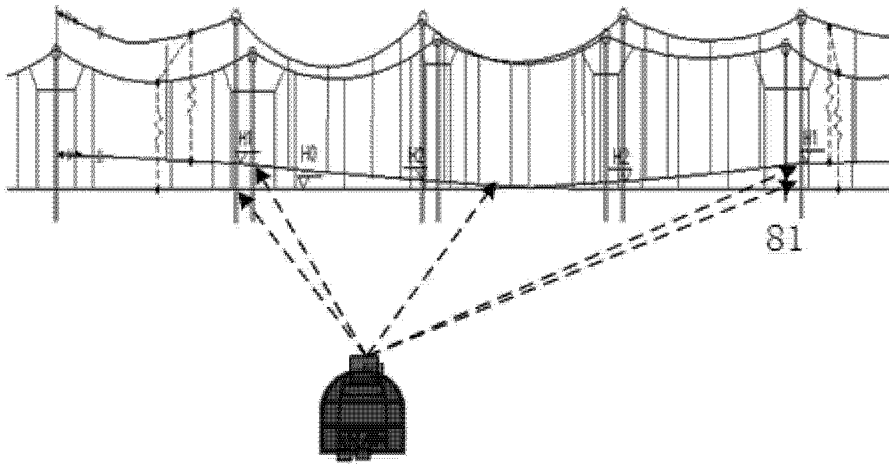


图 8

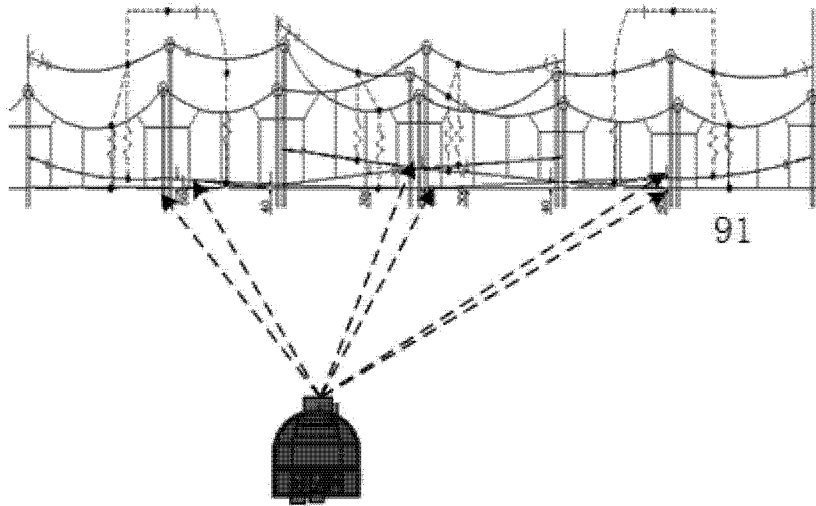


图 9

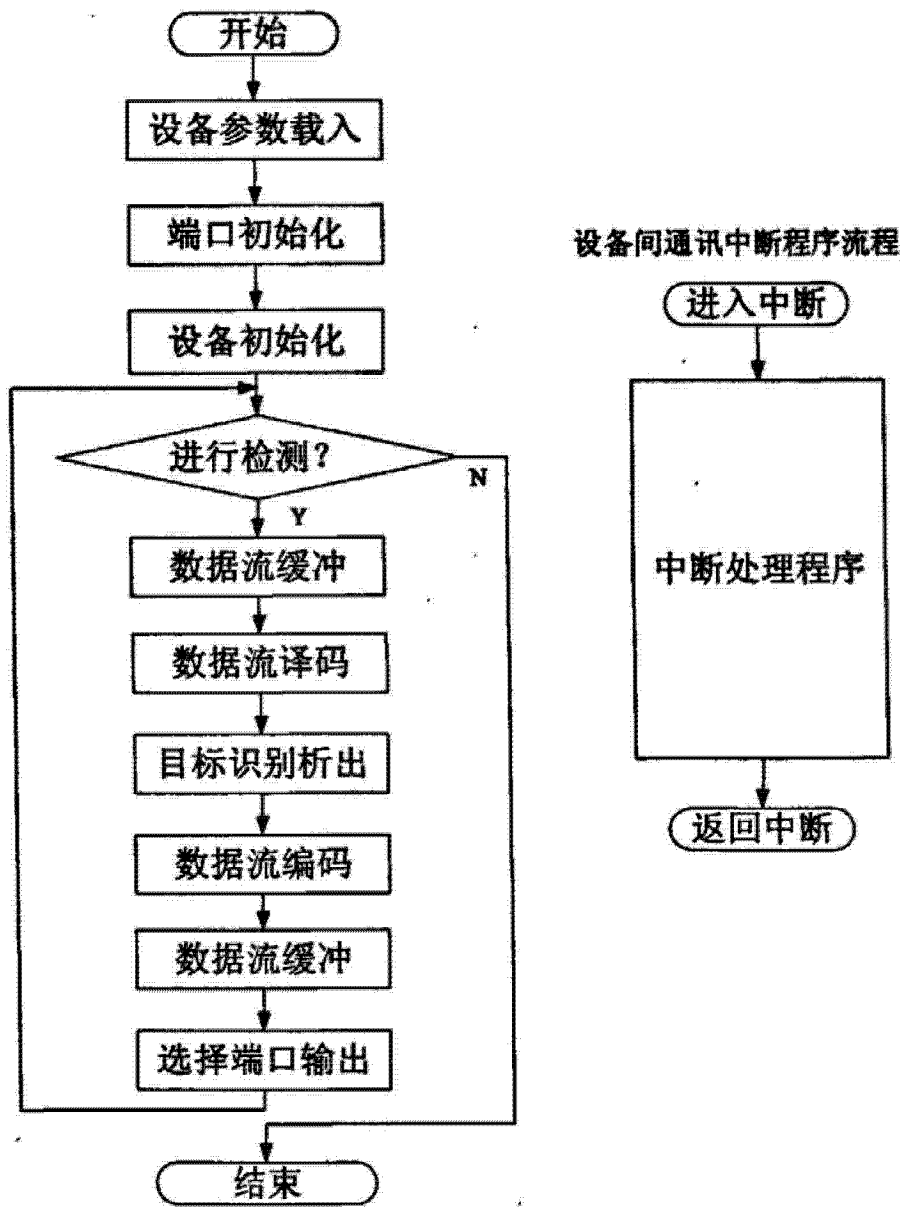


图 10

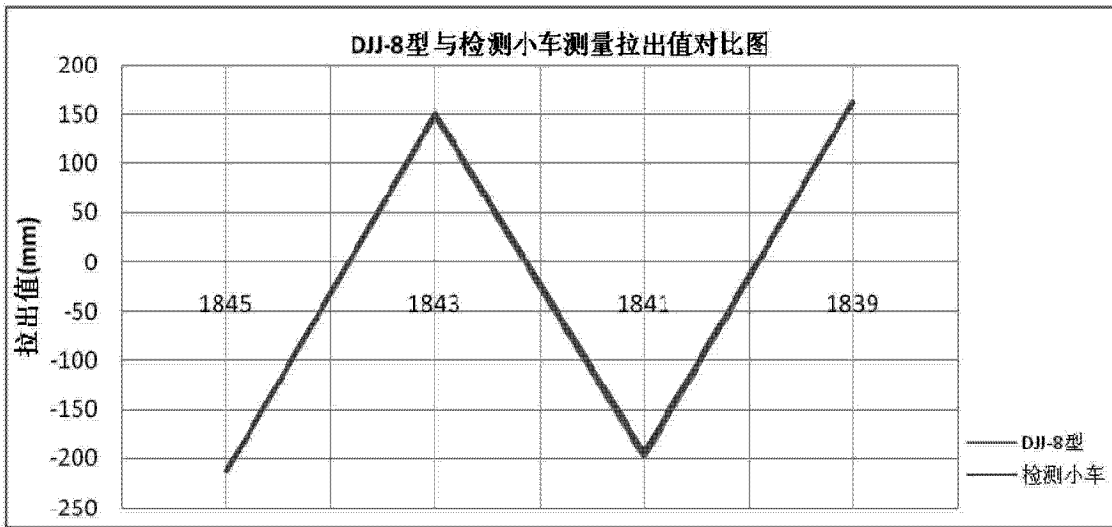


图 11

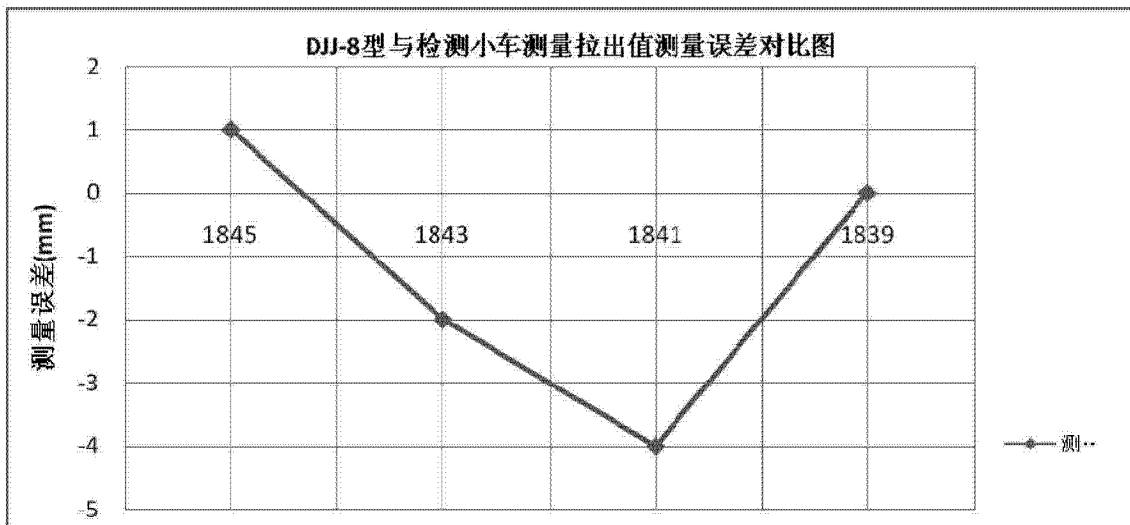


图 12

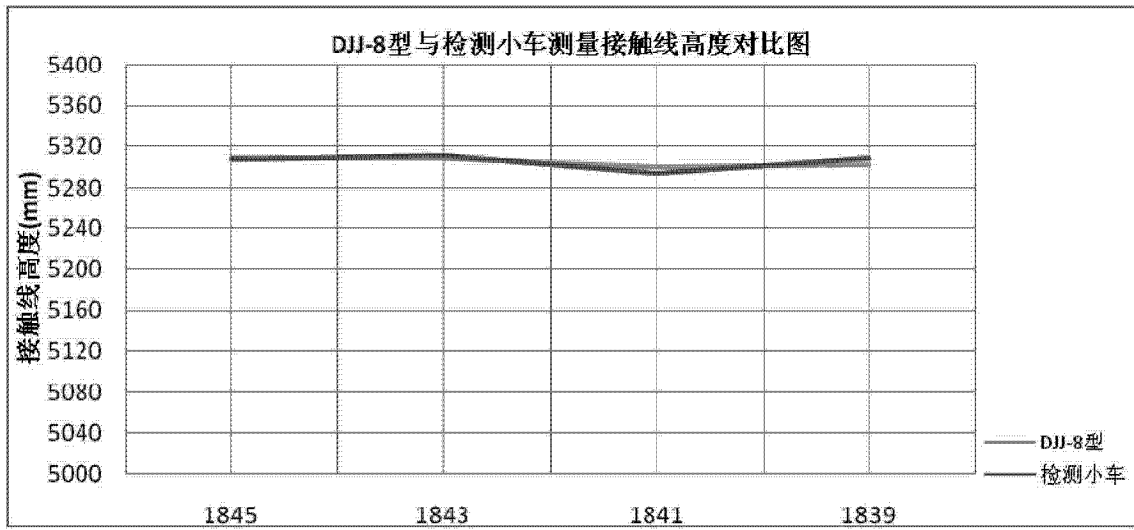


图 13

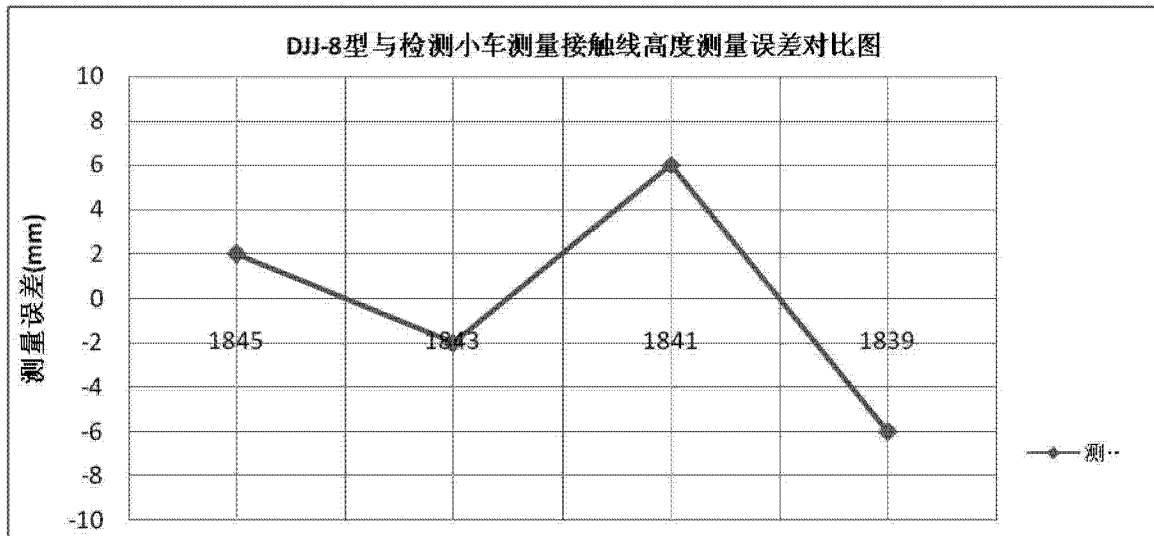


图 14