(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115655212 B
(45)授权公告日 2025.07.08

(21)申请号 202211402467.X
(22)申请日 2022.11.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115655212 A
(43)申请公布日 2023.01.31
(73)专利权人 国网上海市电力公司
地址 200122 上海市浦东新区自由贸易试验区源深路1122号
专利权人 上海工程技术大学
(72)发明人 周孝法 龚波涛 张湧 陈新圣 徐坤 陈树藩 方宇 张越港 范狄庆 张海峰 杨皓 张爱华 高玮玮
(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225
专利代理师 夏健君
(51)Int.Cl.
G01C 5/00(2006.01)
G01S 19/43(2010.01)
G01B 11/00(2006.01)
G01C 3/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 112833763 A,2021.05.25
CN 105222749 A,2016.01.06
审查员 王硕

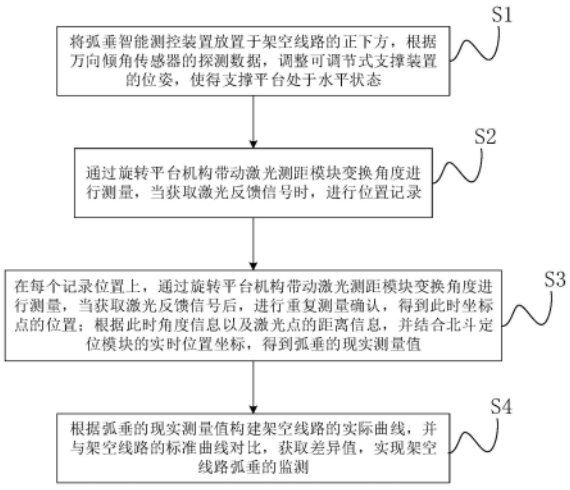
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,该方法基于弧垂智能测控装置进行弧垂测量,方法包括:将弧垂智能测控装置放置于架空线路的正下方,根据万向倾角传感器的探测数据,调整可调节式支撑装置的位姿;通过旋转平台机构带动激光测距模块变换角度进行模糊测量,当获取激光反馈信号时,进行位置记录;在每个记录位置上,进行精细测量,当获取激光反馈信号后,得到此时坐标点的位置,获取弧垂的现实测量值;从而构建架空线路的实际曲线,并与架空线路的标准曲线对比,实现架空线路弧垂的监测。与现有技术相比,本发明能够提高弧垂检测的质量,提升工程中张紧线施工的作业效率,降低施工人员的劳动成本。



CN 115655212 B

1.一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,其特征在于,该方法基于弧垂智能测控装置进行弧垂测量,所述弧垂智能测控装置包括可调节式支撑装置(4)、支撑平台(12)以及安装在所述支撑平台(12)上的北斗定位装置(8)、激光测距模块(1)和旋转平台机构,所述支撑平台(12)安装在可调节式支撑装置(4)上,所述北斗定位装置(8)连接支撑平台(12),所述支撑平台(12)还设有万向倾角传感器(11),用于监测装置位姿数据;

所述方法包括以下步骤:

定位步骤:将所述弧垂智能测控装置放置于架空线路的正下方,展开所述可调节式支撑装置(4),并根据所述万向倾角传感器的探测数据,调整可调节式支撑装置(4)的位姿,使得支撑平台(12)处于水平状态;

模糊测量步骤:所述旋转平台机构包括摇篮式旋转平台(3)和中空旋转平台(9),所述摇篮式旋转平台(3)连接在中空旋转平台(9)的一侧,所述激光测距模块(1)固定在摇篮式旋转平台(3)上;通过所述旋转平台机构带动所述激光测距模块(1)在预设的初始角度范围内变换角度进行测量,当获取激光反馈信号时,进行位置记录,并确定当前反馈位置的激光打点角度范围;

精细测量步骤:在每个反馈位置上,通过所述旋转平台机构带动所述激光测距模块(1)在对应的激光打点角度范围内变换角度进行测量,当获取激光反馈信号后,进行重复测量确认,得到此时坐标点的位置;根据此时装置的角度信息以及激光点的距离信息,并结合北斗定位模块的实时位置坐标,得到弧垂的现实测量值;

监测步骤:根据所述弧垂的现实测量值构建架空线路的实际曲线,并与架空线路的标准曲线对比,计算当前架空线路的紧线量数据;

所述监测步骤具体为,根据获取的多个弧垂的现实测量值建立弧垂坐标系,在该弧垂坐标系下进行曲线拟合,得到架空线路的实际曲线;将该架空线路的实际曲线与架空线路的标准曲线对比,从而计算获得当前架空线路的紧线量数据;

所述弧垂坐标系的建立过程包括:

首先将架空线路某一位置的测量值作为坐标原点建立弧垂坐标系;对获取的测量位置信息循环进行两两坐标计算,得到所有测量位置在弧垂坐标系下的坐标位置;

所述两两坐标计算具体为:获取架空线路的两个测量点,所述两个测量点中一个为已知点,另一个为被测点,分别根据两个测量点对应的激光测距模块的俯仰角度信息和激光点的距离信息,根据三角关系,测量得到两个测量点的高度值;

根据这两个测量点下,激光测距模块的变换角度计算这两个测量点之间的间距,并根据这两个测量点的高度值,通过欧式定理,可以计算出各点横坐标的相对坐标距离,从而得到被测点在弧垂坐标系下的横坐标信息和纵坐标信息;

所述紧线量数据的计算过程包括:获取架空线路的实际曲线的两个悬点,将两个悬点连线,获取实际曲线与两个悬点连线的切线,将该切线对应的切点与两个悬点连线间的垂直距离作为测量弧垂;

所述紧线量的计算表达式为:

$$\triangle l=\frac{8(l_d)^2}{3(l_c)^4}\cos\varphi_c\times\left[(f_{co})^2-(f_c)^2\right]\sum\frac{l}{\cos\varphi}$$

式中,l为耐张段长,l_d为代表档距,l_c为观测档距,f_{co}为测量弧垂,f_c为标准弧垂,φ_c为两悬挂点高差角,Δl为紧线的长度。

2.根据权利要求1所述的一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,其特征在于,所述曲线拟合的拟合方程为:

$$y=\frac{1}{2}Ax^2+\frac{1}{24}Bx^4+\frac{1}{720}Cx^6$$

式中,A、B和C均为系数,x为横坐标,y为纵坐标。

3.根据权利要求1所述的一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,其特征在于,所述模糊测量步骤中,通过驱动所述摇篮式旋转平台(3)和中空旋转平台(9)分别转动,带动激光测距模块(1)在水平方向和竖直方向上变换角度进行测量;

所述精细测量步骤中,在所述激光打点角度范围内,通过固定所述摇篮式旋转平台(3),使得水平角度不再变化,驱动所述中空旋转平台(9)带动激光测距模块(1)在竖直方向上变换角度进行测量。

4.根据权利要求3所述的一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,其特征在于,测量过程中,根据所述摇篮式旋转平台(3)和中空旋转平台(9)的角度,获取激光点的水平坐标和竖直坐标,并根据激光测距模块得到的激光点的距离,进行坐标变换,得到激光点相对于激光测距模块的坐标信息。

5.根据权利要求4所述的一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,其特征在于,所述中空旋转平台(9)包括竖直轴承、第一电机(901)、水平安装板(902)和支撑整个中空旋转平台(9)的第一壳体,所述竖直轴承受第一电机(901)驱动,所述竖直轴承和摇篮式旋转平台(3)均连接水平安装板(902),用于驱动摇篮式旋转平台(3)在水平方向上转动;

所述摇篮式旋转平台(3)包括横向轴承、第二电机(301)、测距模块安装板(302)和支撑整个摇篮式旋转平台(3)的第二壳体,所述横向轴承受第二电机(301)驱动,所述测距模块安装板(302)的一端可转动连接第二壳体,另一端可转动连接横向轴承,所述激光测距模块(1)固定在测距模块安装板(302)上,用于通过第二电机(301)驱动,在竖直方向上转动;通过第一电机(901)驱动,在水平方向上转动。

6.根据权利要求1所述的一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,其特征在于,所述旋转平台机构和支撑平台(12)之间设有隔振位移平台(13),该隔振位移平台(13)包括隔振位移平台主体(131)和多个压电陶瓷控制器(10),各个压电陶瓷控制器(10)均固定在支撑平台(12)上,各个压电陶瓷控制器(10)的输出端均连接隔振位移平台主体(131),所述隔振位移平台主体(131)在各个压电陶瓷控制器(10)的控制下进行水平位姿调节;

所述定位步骤中,根据所述万向倾角传感器的探测数据,对各个压电陶瓷控制器(10)进行水平位姿调节控制。

基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及架空线路测量技术领域,尤其是涉及基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法。

背景技术

[0002] 输电线路导线在相邻杆塔间下垂形成弧形曲线,下垂幅度称为弧垂。弧垂大小与档距、高差、导线长度、导线重量、导线所受应力有关,气温、风、冰雪等自然因素亦对其产生影响。为了使超高压、特高压输电架空线在恶劣气象条件下,能够保证线路安全运行及输电导线对地、对被跨越物体的距离符合《110～750KV架空输电线路施工及验收规范》的要求,在架线施工时需要准确控制输电架空线的弧垂,特别是在山区、水网等地带制约工程进度与质量的核心问题之一是人工弧垂观测受环境影响且效率局限。目前,弧垂观测方式主要以人工观测判断为主,这对观测人员的经验和专业素养要求较高,且存在上塔观测时,人工劳动强度大和人身安全的问题。

[0003] 人工弧垂观测的主要缺点有:(1)检测效率较低,对环境要求较高,能见度较差的状况下,人工观测弧垂无法开展;(2)对观测人员的经验要求比较高,须具有一定的专业经验;(3)人工观测的弧垂数据缺乏客观性与一致性。所以,研究一种高效、高精度的弧垂测量与控制方法具有十分重要意义。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,实现对目标导线弧垂的智能化、数字化高精度检测,提高弧垂检测的质量,提升工程中张紧线施工的作业效率,降低施工人员的劳动成本。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,该方法基于弧垂智能测控装置进行弧垂测量,所述弧垂智能测控装置包括可调节式支撑装置、支撑平台以及安装在所述支撑平台上的北斗定位装置、激光测距模块和旋转平台机构,所述支撑平台安装在可调节式支撑装置上,所述北斗定位装置连接支撑平台,所述支撑平台还设有万向倾角传感器,用于监测装置位姿数据;

[0007] 所述方法包括以下步骤:

[0008] 定位步骤:将所述弧垂智能测控装置放置于架空线路的正下方,展开所述可调节式支撑装置,并根据所述万向倾角传感器的探测数据,调整可调节式支撑装置的位姿,使得支撑平台处于水平状态;

[0009] 模糊测量步骤:通过所述旋转平台机构带动所述激光测距模块在预设的初始角度范围内变换角度进行测量,当获取激光反馈信号时,进行位置记录,并确定当前反馈位置的激光打点角度范围;

[0010] 精细测量步骤:在每个反馈位置上,通过所述旋转平台机构带动所述激光测距模块在对应的激光打点角度范围内变换角度进行测量,当获取激光反馈信号后,进行重复测量确认,得到此时坐标点的位置;根据此时装置的角度信息以及激光点的距离信息,并结合北斗定位模块的实时位置坐标,得到弧垂的现实测量值;

[0011] 监测步骤:根据所述弧垂的现实测量值构建架空线路的实际曲线,并与架空线路的标准曲线对比,计算当前架空线路的紧线量数据。

[0012] 进一步地,所述监测步骤具体为,根据获取的多个弧垂的现实测量值建立弧垂坐标系,在该弧垂坐标系下进行曲线拟合,得到架空线路的实际曲线;将该架空线路的实际曲线与架空线路的标准曲线对比,从而计算获得当前架空线路的紧线量数据。

[0013] 进一步地,所述弧垂坐标系的建立过程包括:

[0014] 首先将架空线路某一位置的测量值作为坐标原点建立弧垂坐标系;对获取的测量位置信息循环进行两两坐标计算,得到所有测量位置在弧垂坐标系下的坐标位置;

[0015] 所述两两坐标计算具体为:获取架空线路的两个测量点,所述两个测量点中一个为已知点,另一个为被测点,分别根据两个测量点对应的激光测距模块的俯仰角度信息和激光点的距离信息,根据三角关系,测量得到两个测量点的高度值;

[0016] 根据这两个测量点下,激光测距模块的变换角度计算这两个测量点之间的间距,并根据这两个测量点的高度值,通过欧式定理,可以计算出各点横坐标的相对坐标距离,从而得到被测点在弧垂坐标系下的横坐标信息和纵坐标信息。

[0017] 进一步地,所述曲线拟合的拟合方程为:

[0018] $$y=\frac{1}{2}Ax^2+\frac{1}{24}Bx^4+\frac{1}{720}Cx^6$$

[0019] 式中,A、B和C均为系数,x为横坐标,y为纵坐标。

[0020] 进一步地,通过对比弧垂值计算获得当前架空线路的紧线量数据,所述弧垂值的计算过程包括:

[0021] 获取架空线路的实际曲线的两个悬点,将两个悬点连线,获取实际曲线与两个悬点连线的切线,将该切线对应的切点与两个悬点连线间的垂直距离作为弧垂值。

[0022] 进一步地,所述紧线量的计算表达式为:

[0023] $$\Delta l=\frac{8(l_d)^2}{3(l_c)^4}\cos\varphi_c\times\left[(f_{co})^2-(f_c)^2\right]\sum\frac{l}{\cos\varphi}$$

[0024] 式中,l为耐张段长,l_d为代表档距,l_c为观测档距,f_{co}为测量弧垂,f_c为标准弧垂,φ_c为两悬挂点高差角,Δl为紧线的长度。

[0025] 进一步地,所述旋转平台机构包括摇篮式旋转平台和中空旋转平台,所述摇篮式旋转平台连接在中空旋转平台的一侧,所述激光测距模块固定在摇篮式旋转平台上;

[0026] 所述模糊测量步骤中,通过驱动所述摇篮式旋转平台和中空旋转平台分别转动,带动激光测距模块在水平方向和竖直方向上变换角度进行测量;

[0027] 所述精细测量步骤中,在所述模糊范围内,通过固定所述摇篮式旋转平台,使得水平角度不再变化,驱动所述中空旋转平台带动激光测距模块在竖直方向上变换角度进行测量。

[0028] 进一步地,测量过程中,根据所述摇篮式旋转平台和中空旋转平台的角度,获取激光点的水平坐标和竖直坐标,并根据激光测距模块得到的激光点的距离,进行坐标变换,得到激光点相对于激光测距模块的坐标信息。

[0029] 进一步地,所述中空旋转平台包括竖直轴承、第一电机、水平安装板和支撑整个中空旋转平台的第一壳体,所述竖直轴承受第一电机驱动,所述竖直轴承和摇篮式旋转平台均连接水平安装板,用于驱动摇篮式旋转平台在水平方向上转动。

[0030] 进一步地,所述摇篮式旋转平台包括横向轴承、第二电机、测距模块安装板和支撑整个摇篮式旋转平台的第二壳体,所述横向轴承受第二电机驱动,所述测距模块安装板的一端可转动连接第二壳体,另一端可转动连接横向轴承,所述激光测距模块固定在测距模块安装板上,用于通过第二电机驱动,在竖直方向上转动;通过第一电机驱动,在水平方向上转动。

[0031] 进一步地,所述第一电机和第二电机均为伺服电机。

[0032] 进一步地,所述旋转平台机构和支撑平台之间设有隔振位移平台,该隔振位移平台包括隔振位移平台主体和多个压电陶瓷控制器,各个压电陶瓷控制器均固定在支撑平台上,各个压电陶瓷控制器的输出端均连接隔振位移平台主体,所述隔振位移平台主体在各个压电陶瓷控制器的控制下进行水平位姿调节;

[0033] 所述定位步骤中,根据所述万向倾角传感器的探测数据,对各个压电陶瓷控制器进行水平位姿调节控制。

[0034] 进一步地,所述弧垂智能测控装置还包括便携式工具箱包括工业触摸一体机、移动电源和工具箱主体,所述工具箱主体包括多个放置区域,用于放置工业触摸一体机、移动电源、激光测距模块、旋转平台机构和隔振位移平台。

[0035] 进一步地,所述工业触摸一体机通信连接所述万向倾角传感器,用于显示装置位姿数据,所述可调节式支撑装置包括多个相互可拆卸连接的三角支撑架,用于根据所述装置位姿数据进行三角支撑架的调整。

[0036] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0037] (1)本发明提供的基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,实现了对目标导线弧垂的智能化、数字化、自动化高精度检测,能够提高弧垂检测的质量,提升工程中张紧线施工的作业效率,降低施工人员的劳动成本,减少因现实环境对线路施工工期造成的延后问题,推动电网智能化体系的发展和推广。

[0038] (2)本发明的激光测距模块由工装夹具进行位置固定,具有便捷式、可拆卸且便于携带的优点。在对架空输电线路进行坐标获取时,获取的坐标点精度与观测档距有直接关系,针对不同的档距和所需测量的精度,可以通过更改激光测距模块来进行相应距离和精度的调节,达到完成测试的目的,避免因更换整套设备造成的成本负担过大的问题,具有一定的灵活性、经济实用性

[0039] (3)本发明的隔振位移平台由压电陶瓷控制器实现位姿自动调平的状态,保障设备的高精度位姿状态,避免因现场操作地面的不平整造成的装置倾斜情况,实现智能化自动化的实时调整,便于自动化测量的开展。

[0040] (4)本发明的北斗定位模块具有高精度的定位作用,可实现实时位置坐标的获取和应用,搭配激光测距模块可以实现对激光点坐标的准确计算和定位。

[0041] (5)本发明弧垂测量装置具有智能化、轻量化、可视化的特点,便于移动和携带。装置可以自主识别导线目标并测量,并代替人进行相关领域的施工操作,亦能呈现出导线的二维示意图,直观反映测量架空输电线的状态,方便现场施工效率和质量的提升。

附图说明

[0042] 图1为本发明实施例中提供的一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法的流程示意图;

[0043] 图2为本发明实施例中提供的一种弧垂智能测控装置的整体结构示意图;

[0044] 图3为本发明实施例中提供的一种弧垂智能测控装置的侧视结构示意图;

[0045] 图4为本发明实施例中提供的一种弧垂智能测控装置的俯视结构示意图;

[0046] 图5为本发明实施例中提供的一种弧垂智能测控装置的旋转平台机构示意图;

[0047] 图6为本发明实施例中提供的一种弧垂智能测控装置的隔振位移平台示意图;

[0048] 图7为本发明实施例中提供的一种弧垂智能测控装置的便捷式工具箱示意图;

[0049] 图8为本发明实施例中提供的一种弧垂示意图;

[0050] 图9为本发明实施例中提供的一种架空线三维空间的第一示意图;

[0051] 图10为本发明实施例中提供的一种架空线三维空间的第二示意图;

[0052] 图中,1、激光测距模块,2、工装夹具,3、摇篮式旋转平台,301、第二电机,302、测距模块安装板,4、可调节式支撑装置,5、便携式工具箱,6、工业触摸一体机,7、移动电源,8、北斗定位装置,9、中空旋转平台,901、第一电机,902、水平安装板,10、压电陶瓷控制器,11、万向倾角传感器,12、支撑平台,13、隔振位移平台,131、隔振位移平台主体。

具体实施方式

[0053] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0054] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0055] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0056] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0057] 需要说明的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以

明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0058] 此外,术语“水平”、“竖直”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂,而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平,并不是表示该结构一定要完全水平,而是可以稍微倾斜。

[0059] 实施例1

[0060] 本实施例提供一种基于北斗定位与激光测距融合的架空线路弧垂测量方法,该方法基于弧垂智能测控装置进行弧垂测量,下面进行具体描述。

[0061] 一、弧垂智能测控装置

[0062] 如图2-4所示,弧垂智能测控装置包括北斗定位装置8、激光测距模块1、旋转平台机构、隔振位移平台13、支撑平台12和可调节式支撑装置4,激光测距模块1通过工装夹具2固定在旋转平台机构上,在旋转平台机构的驱动下在水平方向和垂直方向上转动;

[0063] 旋转平台机构连接隔振位移平台13,受隔振位移平台13承载和进行水平位姿调节,隔振位移平台13连接支撑平台12,受支撑平台12承载,支撑平台12安装在可调节式支撑装置4上,北斗定位装置8连接支撑平台12,支撑平台12还设有万向倾角传感器11,用于监测装置位姿数据。

[0064] 如图5所示,旋转平台机构包括摇篮式旋转平台3和中空旋转平台9,摇篮式旋转平台3连接在中空旋转平台9的一侧,激光测距模块1固定在摇篮式旋转平台3上,用于通过中空旋转平台9,在水平方向上转动;通过摇篮式旋转平台3,在竖直方向上转动。

[0065] 中空旋转平台9包括竖直轴承、第一电机901、水平安装板902和支撑整个中空旋转平台9的第一壳体,竖直轴承受第一电机901驱动,竖直轴承和摇篮式旋转平台3均连接水平安装板902,用于驱动摇篮式旋转平台3在水平方向上转动。

[0066] 摇篮式旋转平台3包括横向轴承、第二电机301、测距模块安装板302和支撑整个摇篮式旋转平台3的第二壳体,横向轴承受第二电机301驱动,测距模块安装板302的一端可转动连接第二壳体,另一端可转动连接横向轴承,激光测距模块1固定在测距模块安装板302上,用于通过第二电机301驱动,在竖直方向上转动;通过第一电机901驱动,在水平方向上转动。优选的,第一电机901和第二电机301均为伺服电机,实现精细控制测量。

[0067] 由上述结构实现:激光测距模块通过工装夹具固定在摇篮式旋转平台上。旋转平台机构由摇篮式旋转平台和中空旋转平台组成,其中,摇篮式旋转平台通过伺服电机驱动绕横向轴承在垂直方向上进行高精度竖直角的旋转和精细控制测量;中空旋转平台通过伺服电机驱动绕竖直中空轴承在水平方向上进行高精度水平角的旋转和精细控制测量,通过两个平台的相互配合可实现水平、竖直角度的精准控制和精细控制测量。

[0068] 如图6所示,隔振位移平台13包括隔振位移平台主体131和多个压电陶瓷控制器10,各个压电陶瓷控制器10均固定在支撑平台12上,各个压电陶瓷控制器10的输出端均连接隔振位移平台主体131,隔振位移平台主体131在各个压电陶瓷控制器10的控制下进行水平位姿调节。

[0069] 相当于,旋转平台机构整体承载激光测距模块和工装夹具,固定在隔振位移平台上。隔振位移平台具有承载旋转平台机构和工装夹具以及激光测距模块的功能,且能够减少现场环境对机器的振动影响。隔振位移平台由压电陶瓷控制器进行智能化自动化实时位

姿调节,以便承载的机构实时处于一个水平状态,便于坐标点的获取和数据测量。

[0070] 北斗定位装置8设有天线模块和数传模块,北斗定位装置8受单片机控制,用于获取装置的坐标和高程信息。

[0071] 北斗定位装置通过单片机控制,搭配天线模块、数传模块等固定在支撑平台上。支撑平台承载上述所有机构,并且安装于可调节式支撑装置上,支撑平台上装备有万向倾角传感器和北斗定位模块以及压电陶瓷控制器,万向倾角传感器监测装置位姿,便于可调节式支撑装置的手动调节,北斗定位用于获取装置的坐标和高程信息。可调节式支撑装置由三角支撑架组成,对整体机构起到支撑作用,三角支撑架可便捷式拆卸和安装,可适用于不同环境和操作地面的施工现场。

[0072] 如图7所示,作为一种优选的实施方式,弧垂智能测控装置还包括便携式工具箱5包括工业触摸一体机6、移动电源7和工具箱主体,工具箱主体包括多个放置区域,用于放置工业触摸一体机6、移动电源7、激光测距模块1、旋转平台机构和隔振位移平台13。

[0073] 便捷式工具箱由防压、防爆的高强度材料制作,内部装配工业触摸一体机、移动电源,并可放置激光测距模块和支撑平台以上的整个机构部分,可实现便捷式携带和移动,同时防止各精密机构在搬运和携带过程中造成磕碰,对各个机构实现保护作用。

[0074] 工业触摸一体机6通信连接万向倾角传感器11,用于显示装置位姿数据,可调节式支撑装置4包括多个相互可拆卸连接的三角支撑架,用于根据装置位姿数据进行三角支撑架的调整。

[0075] 二、架空线路弧垂测量方法

[0076] 如图1所示,架空线路弧垂测量方法包括以下步骤:

[0077] 定位步骤S1:将弧垂智能测控装置放置于架空线路的导线侧面或导线悬挂点的正下方,展开可调节式支撑装置4,并根据万向倾角传感器的探测数据,调整可调节式支撑装置4的位姿,使得支撑平台12处于水平状态;

[0078] 具体地,根据万向倾角传感器的探测数据,对各个压电陶瓷控制器10进行水平位姿调节控制。

[0079] 模糊测量步骤S2:通过旋转平台机构带动激光测距模块1变换角度进行测量,当获取激光反馈信号时,进行位置记录;

[0080] 精细测量步骤S3:在每个记录位置上,通过旋转平台机构带动激光测距模块1变换角度进行测量,当获取激光反馈信号后,进行重复测量确认,得到此时坐标点的位置;根据此时装置的角度信息以及激光点的距离信息,并结合北斗定位模块的实时位置坐标,得到弧垂的现实测量值;

[0081] 具体地,模糊测量步骤中,通过驱动摇篮式旋转平台3和中空旋转平台9分别转动,带动激光测距模块1在水平方向和竖直方向上变换角度进行测量;

[0082] 精细测量步骤中,在模糊范围内,通过固定摇篮式旋转平台3,使得水平角度不再变化,驱动中空旋转平台9带动激光测距模块1在竖直方向上变换角度进行测量;

[0083] 监测步骤S4:根据弧垂的现实测量值构建架空线路的实际曲线,并与架空线路的标准曲线对比,实现架空线路弧垂的监测;

[0084] 测量过程中,根据摇篮式旋转平台3和中空旋转平台9的角度,获取激光点的水平坐标和竖直坐标,并根据激光测距模块得到的激光点的距离,进行坐标变换,得到激光点相

对于激光测距模块的坐标信息；

[0085] 监测步骤具体为，根据获取的多个弧垂的现实测量值建立弧垂坐标系，在该弧垂坐标系下进行曲线拟合，得到架空线路的实际曲线；将该架空线路的实际曲线与架空线路的标准曲线对比，从而计算获得当前架空线路的紧线量数据。

[0086] 各步骤具体为：

[0087] 1、定位步骤S1

[0088] 利用北斗定位和激光测距技术对架空输电线路弧垂进行高精度测量，为现场张紧线施工、导线巡检、导线运维等各技术部门对导线观测提供智能化自动化的测量装置，减少人工作业的劳动强度和成本，提高施工工作效率和质量，保障弧垂达到放线表中的标准弧垂要求。

[0089] 本实施例的现场定位过程如下，本实施例采用的是高精度北斗定位模块，利用内置单片机和数传模块、天线可以实现装置的三维坐标和高程的实时数据的获取，通过RTK差分定位获取相对位置坐标。测量时先选取位置，选取的原则是装置整体机构放置于导线侧面或导线悬挂点的正下方，尽量使得装置视野开阔，减少树木、建筑物的阻挡和遮掩造成的激光点坐标无法获取到的问题。装置位置选取后，人工展开可调节的三角支撑架，利用万向倾角传感器实时蓝牙传输装置在架设位置处的位姿状态，在工业触摸一体机中呈现，便于操作者随时手动调节三角支撑架使支撑平台机构位于合格的倾角范围内。固定三角支撑架的伸缩长度，将弧垂测量装置置于选取位置后，装置根据压电陶瓷控制器自动调节隔振位移平台位于标准的水平状态，实时监测隔振位移平台的位姿状态。

[0090] 2、测量步骤

[0091] 完成弧垂测量装置的测量位置点选取并实施架设后，针对架空输电线路弧垂测量；

[0092] 本实施例利用摇篮式旋转平台和中空旋转平台组成的旋转平台机构配合激光测距模块对架空输电线进行激光打点，两个伺服电机分别控制两个旋转平台，控制系统实时进行角度计算和减速传动，在此过程中对角度的控制精确到5秒。在旋转平台高精度转动的过程中，激光测距模块通过控制系统调节激光频率进行高频率的激光打点，在激光打点过程中若打准导线时将获取到导线上的点到激光测距仪目镜的距离与水平、垂直角度，将数据进行计算，即可得到相对于测量位置的二维坐标，将得到的数据和坐标点的坐标通过蓝牙传输到处理器后台，进行储存和计算，测量阶段分为两个部分。

[0093] S2：模糊测量

[0094] 弧垂测量装置控制系统控制旋转平台机构和激光测距模块进行大角度和高频率的模糊测量，方便装置快速找到架空输电线的模糊范围，通过模糊控制策略控制电机驱动，当有激发反馈信号时，进行位置记录，从而可以获取架空线的模糊范围，提高工作的效率。

[0095] S3：精细测量

[0096] 在得到架空线的模糊范围后，需要进一步精细测量得到具体每一个激光点的二维坐标，此时，需要控制系统读取模糊测量时的位置记录信息，调节旋转平台机构和激光测距模块频率进行高精度的测量，当激光角度调制到记录位置附近后，控制系统通过对伺服电机高精度控制和减速机制，将激光角度进行精细调节，此时水平角度不在变化，仅竖直角度进行精细扫描，当得到激光反馈信息后，重复测量3-5次并记录此时的坐标点的位置。将装

置的角度信息以及激光点二维坐标通过蓝牙模块传输到处理器进行计算,同理,将激光角度调节至下一个记录位置附近时,控制系统重复上述操作,实现对激光点的高精度测量并储存。通过工业触摸一体机内置软件的计算得到弧垂的现实测量值。至此,测量阶段完成。

[0097] 3、监测步骤

[0098] 在上述操作中,得到了现实情况下的架空输电线弧垂,但最终的目的是指导现场张紧线施工和巡检、运维等任务。在便捷式工具箱中的工业触摸一体机可以呈现计算后架空输电线的实际曲线模型3D效果图和标准架空线的3D效果图,直观看出两条曲线之间的重合度。通过将测量弧垂值与标准的弧垂值进行比较,可以获取与标准值的差值,通过本发明装置的软件计算获得目标架空线需要的紧线量数据,指导现场施工人员进行相应的张紧线施工,使弧垂达到标准值。在紧线工程中,旋转平台机构和激光测距模块将通过模糊测量进行大范围扫描,通过架空输电线二维图像的变动情况监测架空输电线的张紧线情况,便于现场识别和判断。

[0099] 具体地,所述弧垂坐标系的建立过程包括:

[0100] 首先将架空线路某一位置的测量值作为坐标原点建立弧垂坐标系;对获取的测量位置信息循环进行两两坐标计算,得到所有测量位置在弧垂坐标系下的坐标位置;

[0101] 所述两两坐标计算具体为:获取架空线路的两个测量点,所述两个测量点中一个为已知点,另一个为被测点,分别根据两个测量点对应的激光测距模块的俯仰角度信息和激光点的距离信息,根据三角关系,测量得到两个测量点的高度值;

[0102] 根据这两个测量点下,激光测距模块的变换角度计算这两个测量点之间的间距,并根据这两个测量点的高度值,通过欧式定理,可以计算出各点横坐标的相对坐标距离,从而得到被测点在弧垂坐标系下的横坐标信息和纵坐标信息。

[0103] 通过对比弧垂值计算获得当前架空线路的紧线量数据,所述弧垂值的计算过程包括:

[0104] 获取架空线路的实际曲线的两个悬点,将两个悬点连线,获取实际曲线与两个悬点连线的切线,将该切线对应的切点与两个悬点连线间的垂直距离作为弧垂值。

[0105] 对于弧垂定义为,导线两悬点A、B连线上的任意一点到架空导线间的垂直距离称该点弧垂,即图8中f。紧线施工中给定的标准弧垂是指导线AB与导线两悬点A、B连线平行的架空导线切线A'B'间的垂直距离f_m,f_m亦称为观测档弧垂、切点弧垂。

[0106] f_m——观测档的架空导线弧垂观测值(指平行四边形切点的弧垂),m;

[0107] f——初始架空导线任意点弧垂值,m。m为单位米。

[0108] 架空线弧垂测量过程:

[0109] 首先,选取一处视野良好、便于激光测量的位置点对初始状态下的弧垂进行扫描,以激光测距仪所在位置作为基点O。

[0110] 1.识别目标架空线,利用激光测距仪对架空输电线在一定角度范围内进行连续打点扫描,打到线会反馈距离值,重复操作两到三次,目的是确定激光打点的角度范围。

[0111] 2.精确测距,在角度范围确定后,为解决激光具体测得是哪根线,根据距离值的大小依次进行判断。

[0112] 3.初始曲线拟合,(1)通过垂直角度与距离的对应关系,计算垂直距离即各测量点的高度信息y、y_1、y_2。(2)各测量点都是位于架空线平面内,图9显示的是测量时架空线三维

空间下示意图。首先,激光从一端连续打点,越靠近最低处则越密集打点,靠近悬挂点的部位可以打少数点。利用三角关系得到测量点S、S_1对应的高度y_1、y_2,即将这些值作为测量点在该坐标系下悬链线方程的纵坐标值。

[0113] 4.测量点的横坐标值可以根据图9和10建立的坐标系求出,以A为坐标原点建立坐标系,已知y_1、y_2、d,利用欧式定理,可以计算出各点x的相对坐标距离。因此可以分别得到被测点的x坐标。除此之外,可以利用测距距离与旋转角度的关系对x坐标进行精确度的校验。

[0114] 5.通过对应的x、y坐标建立数学模型,进行曲线拟合,并得到曲线方程。拟合方程如下:

[0115] $$y=\frac{1}{2}Ax^2+\frac{1}{24}Bx^4+\frac{1}{720}Cx^6 \qquad (1)$$

[0116] 将A点高度带入,求得A点在曲线方程的位置,由图纸上AB点距离在曲线方程中找到B点位置,至此我需要的拟合曲线就是AB间的曲线,将AB相连,通过几何手段找到曲线与AB的切线,切点到AB连线的距离就是弧垂值。

[0117] 紧线量计算:

[0118] 利用本实施例提供的公式,将现实情况下的实测弧垂和其他参数代入,可以得到紧线量的具体数值。紧线量的公式为:

[0119] $$Vl=\frac{8(l_d)^2}{3(l_c)^4}\cos\varphi_c\times\left[(f_{co})^2-(f_c)^2\right]\sum\frac{l}{\cos\varphi}$$

[0120] l——耐张段长,m;

[0121] l_d——代表档距,m;

[0122] l_c——观测档距,m;

[0123] f_{co}——测量弧垂,m;

[0124] f_c——标准弧垂(理论驰度),m;

[0125] φ_c——两悬挂点高差角。

[0126] 将弧垂值与标准弧垂作差,将弧垂变化量输入到上述公式中,得到紧线的长度Vl。方便指导现场施工紧线过程高效进行。节省了人工劳动力,避免上塔辅助观测的风险,为电力系统数字化建设做出贡献。

[0127] 本实施例中,将得到的数十个坐标点进行曲线重构,在工业触摸一体机中呈现出测量架空线的现实曲线形态与已设定好的标准曲线形态进行对比,直观反映出两条曲线的偏差。利用一系列公式计算即可得到测量的导线施工作业过程中操作人员需要进行张紧线操作的具体精确的数值,在施工完成后,通过再次激光打点测量获取作业完成后的曲线形态,经过标准对比,验证测量的准确度。

[0128] 本方案为现场架输电线施工和后期的巡检、运维都提供了智能化、自动化的测量装置,推动推动智能电网、智能化巡检、运维等技术的研发推广,从而健全技术支撑体系,改变传统运维模式。

[0129] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思做出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的

技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

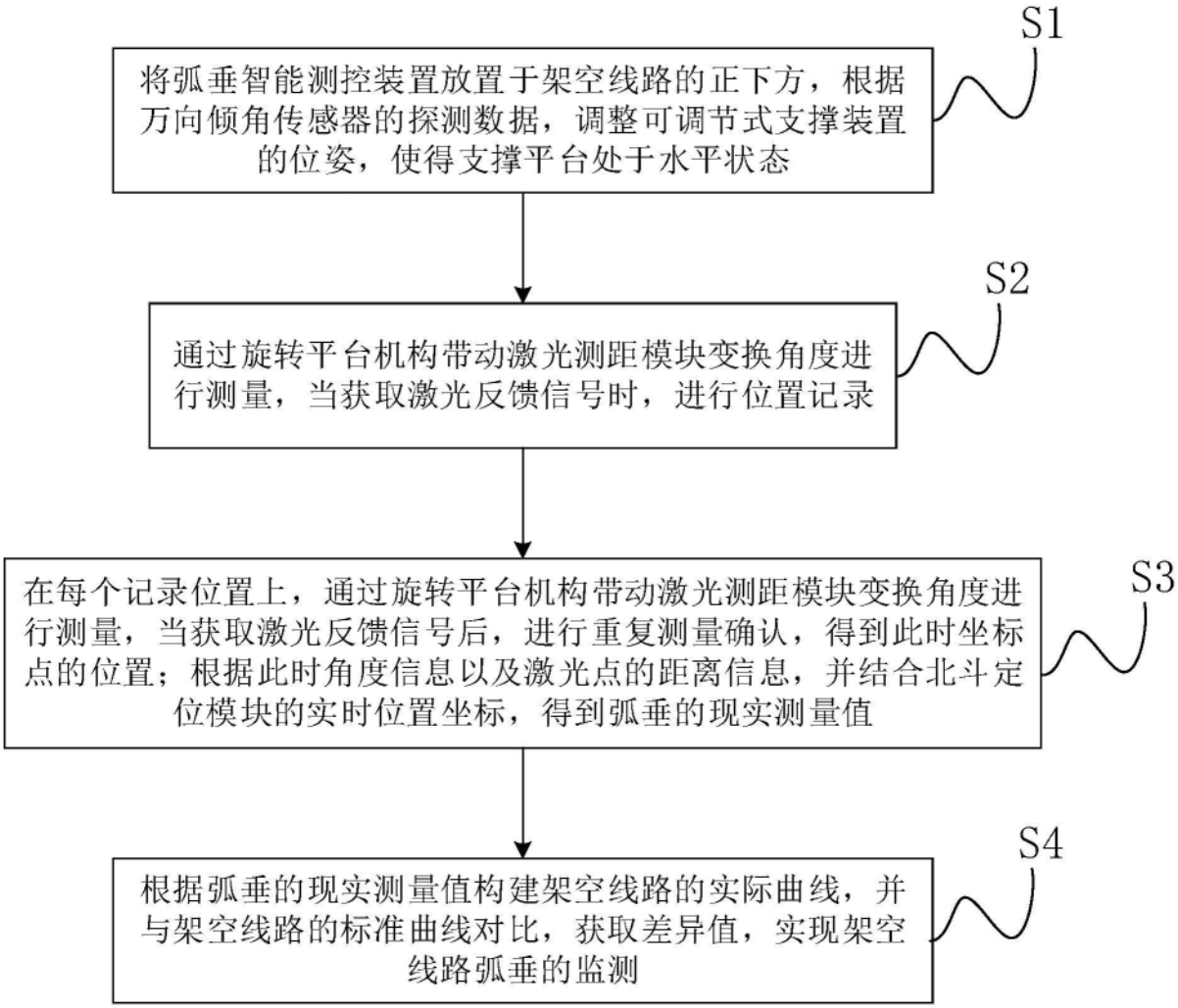

S1
将弧垂智能测控装置放置于架空线路的正下方，根据万向倾角传感器的探测数据，调整可调节式支撑装置的位姿，使得支撑平台处于水平状态
S2
通过旋转平台机构带动激光测距模块变换角度进行测量，当获取激光反馈信号时，进行位置记录
S3
在每个记录位置上，通过旋转平台机构带动激光测距模块变换角度进行测量，当获取激光反馈信号后，进行重复测量确认，得到此时坐标点的位置；根据此时角度信息以及激光点的距离信息，并结合北斗定位模块的实时位置坐标，得到弧垂的现实测量值
S4
根据弧垂的现实测量值构建架空线路的实际曲线，并与架空线路的标准曲线对比，获取差异值，实现架空线路弧垂的监测

图1

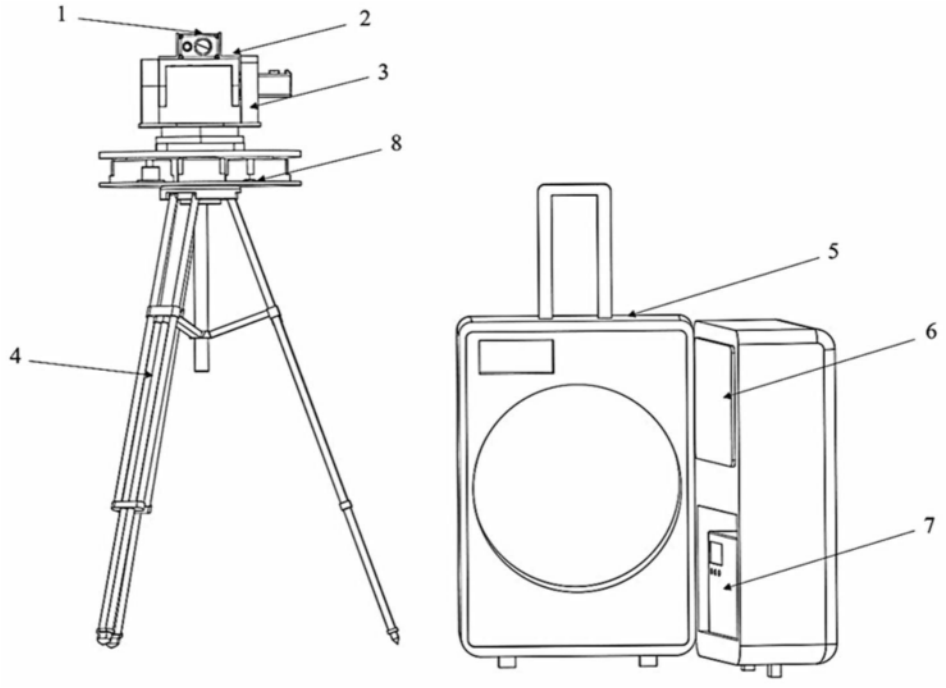


图2

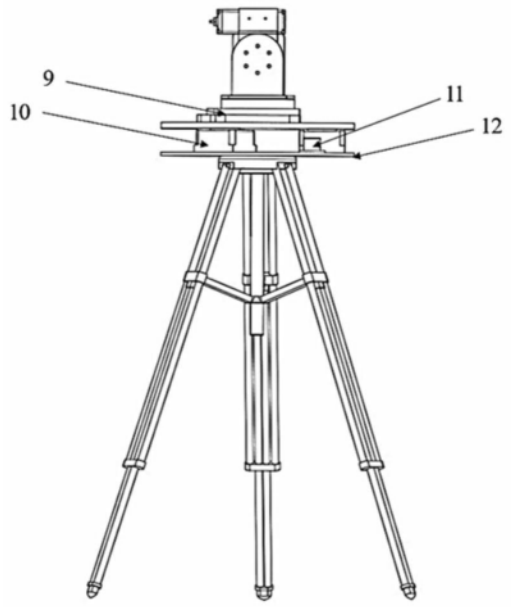


图3

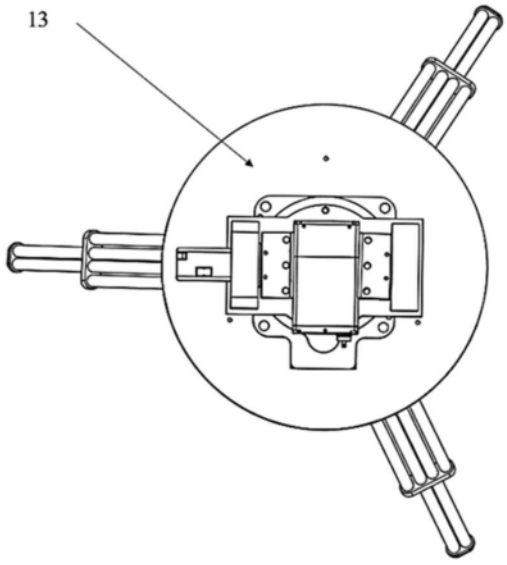


图4

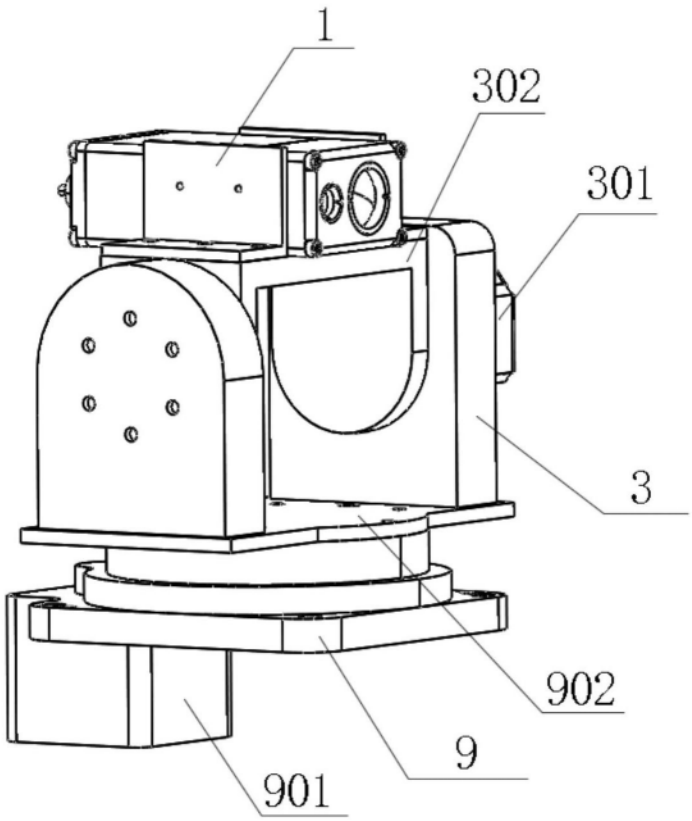


图5

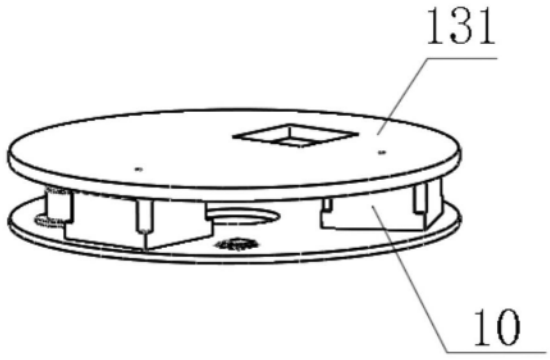


图6

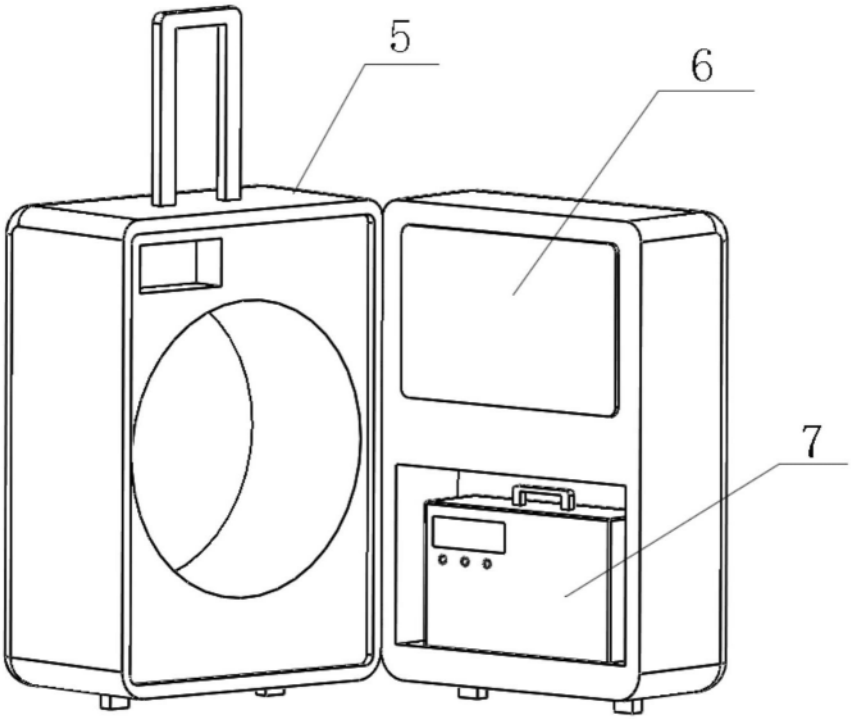


图7

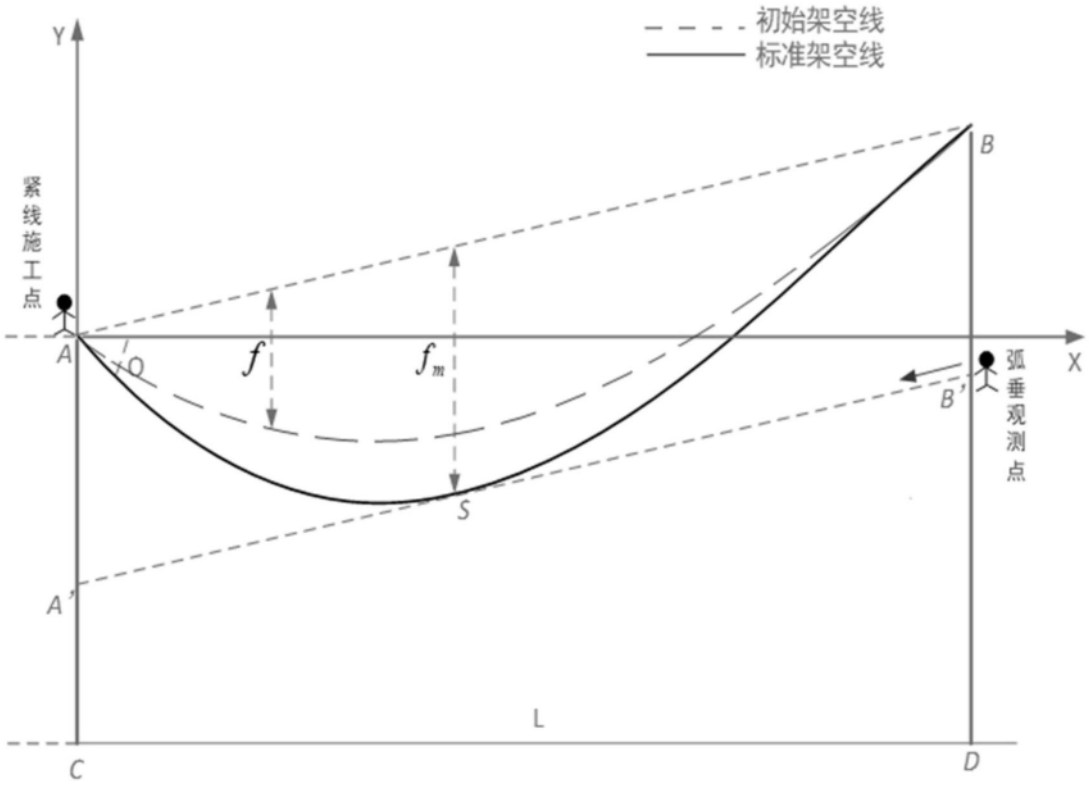


图8

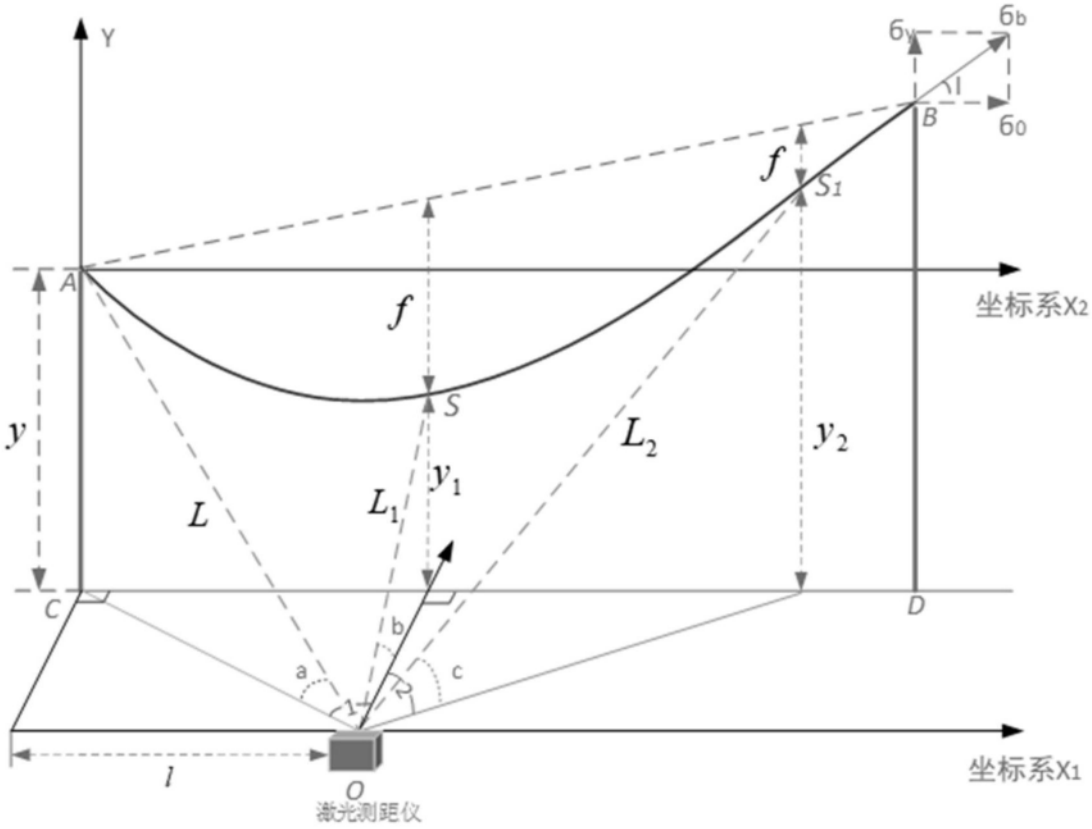


图9

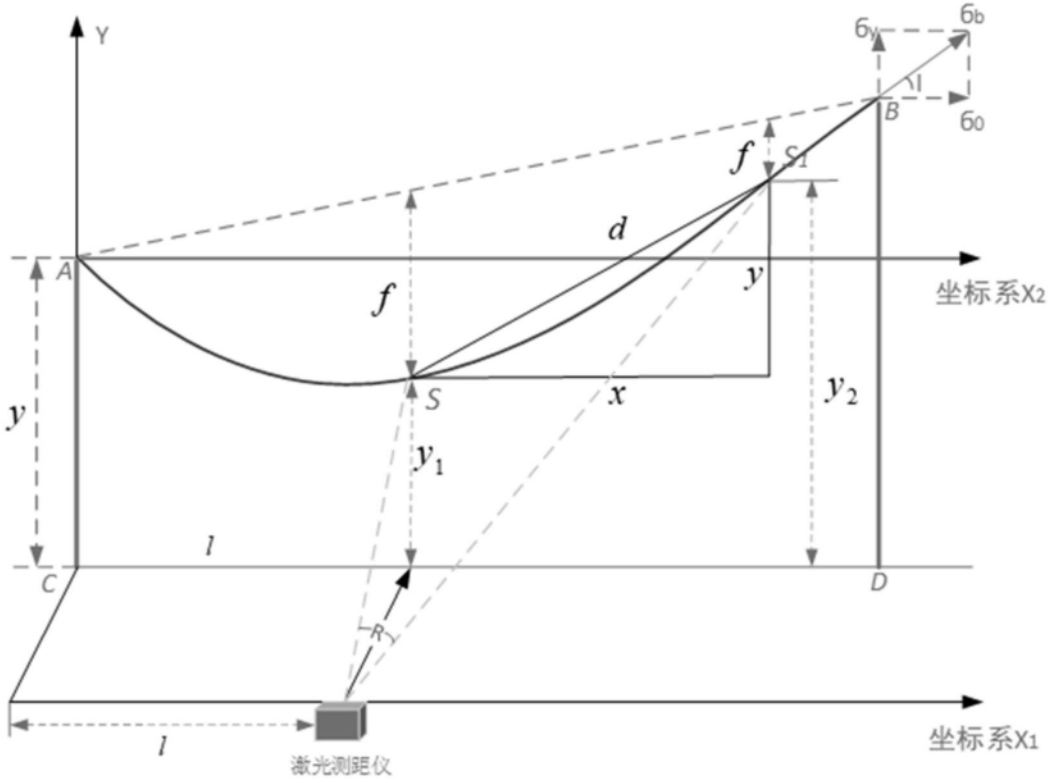


图10