



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118936282 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202411031811.8

(22) 申请日 2024.07.30

(71) 申请人 中航飞机起落架有限责任公司

地址 410200 湖南省长沙市望城经济开发区航空路

(72) 发明人 李华 马艳萍 王秋香 吕少力
党井卫 冯建斌

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责任公司 43113

专利代理师 郭立中 王丽霞

(51) Int. Cl.

G01B 5/252 (2006.01)

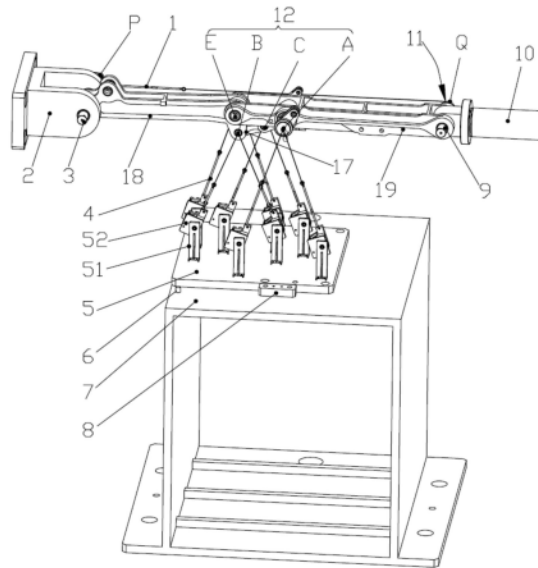
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种测量装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种测量装置及方法。所述测量装置用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量,所述折叠撑杆上设有多个测点,所述折叠撑杆的两端为限位点,所述测量装置包括基座、置于所述基座上的平台、连接所述测点与平台的多个第一拉线传感器组件和连接两个限位点的一个第二拉线传感器组件,每个所述测点上连接至少两个所述第一拉线传感器组件,至少两个所述第一拉线传感器组件呈倒V形布设。本发明避免了受结构及运动空间限制等问题,准确测量出折叠撑杆受载状态下 e_1 和 e_2 的动态特性,能有效评估产品的安全性和可靠性,解决了生产急需。



1. 一种测量装置,用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量,所述折叠撑杆上设有多个测点(12),所述折叠撑杆的两端为限位点(11),所述测量装置包括基座(7)、置于所述基座(7)上的平台(5),其特征在于,还包括连接所述测点(12)与平台(5)的多个第一拉线传感器组件(4)和连接两个限位点(11)的一个第二拉线传感器组件(1),每个所述测点(12)上连接至少两个所述第一拉线传感器组件(4),至少两个所述第一拉线传感器组件(4)呈倒V形布设。

2. 根据权利要求1所述的测量装置,其特征在于,所述基座(7)上设有定位块(8)和原点销(6),所述定位块(8)与平台(5)抵靠,所述原点销(6)置于平台(5)的旁侧,且所述原点销(6)与定位块(8)位于所述平台(5)的同一侧。

3. 根据权利要求1所述的测量装置,其特征在于,所述平台(5)上设有多个与第一拉线传感器组件(4)数量对应的第一支架(51),所述第一支架(51)上端铰接第二支架(52),所述第一拉线传感器组件(4)包括传感器(41)和与所述传感器(41)连接的拉线(42),所述传感器(41)安装于所述第二支架(52)上,所述拉线(42)连接于对应位置的测点(12)上。

4. 根据权利要求3所述的测量装置,其特征在于,所述拉线(42)包括基本线(421)、延长线(422)和连接环(423),所述基本线(421)的一端与传感器(41)连接,所述基本线(421)的另一端通过所述连接环(423)连接延长线(422)的一端,所述延长线(422)的另一端与测点(12)连接。

5. 根据权利要求1所述的测量装置,其特征在于,每个所述测点(12)上均安装有连接销(13),所述连接销(13)上套装有间隔轴套(14),每个所述测点(12)上的至少两个所述第一拉线传感器组件(4)通过所述间隔轴套(14)隔开,所述连接销(13)的端部设有用于调整第一拉线传感器组件(4)位置的锁紧螺母(15)。

6. 根据权利要求1所述的测量装置,其特征在于,所述折叠撑杆两端的限位点(11)中,一个为固定点,另一个为直线运动点,所述直线运动点相对于固定点运动,以使折叠撑杆在多个所述测点(12)的位置处折叠或展开。

7. 一种用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量的方法,采用如权利要求1-6任一项所述的测量装置进行,其特征在于,包括:在所述平台(5)上设定一个测量坐标的圆点,计量各第一拉线传感器组件(4)和第二拉线传感器组件(1)相对于圆点的初始坐标;启动折叠撑杆一端的限位点(11),使折叠撑杆折叠或展开,在该过程中,测量每个测点(12)和限位点(11)的实时坐标,再利用点到直线的距离公式计算折叠撑杆运动过程中的偏心量 e_1 和 e_2 。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,设测点(12)上的两个第一拉线传感器组件(4)上的转动中线点分别为M、N,点M、N靠近平台(5)设置,所述第一拉线传感器组件(4)的初始坐标为 $M(x_M, y_M)$, $N(x_N, y_N)$,初始位置下,第一拉线传感器组件(4)的测量值为0,测点(12)至M、N两点的初始距离分别标记为 $l_{MC'}$ 和 $l_{C'N}$;

所述折叠撑杆在运动过程中,第一拉线传感器组件(4)上的点M、N随同转动,测量值发生变化,分别记为 Δl_{MC} , Δl_{CN} ;通过如下式(1)(2)计算在折叠撑杆运动过程中,测点至M、N两点的实时距离;

$$l_{MC} = l_{MC'} + \Delta l_{MC} \quad (1)$$

$$l_{CN} = l_{C'N} + \Delta l_{CN} \quad (2)$$

根据上述计算结果以及第一拉线传感器组件(4)初始坐标中的原始数值,测试所述测

点的实时坐标值 (x_c, y_c) , 用下以式 (3) ~ (10) 表示:

$$x_c = x_m + l_{MC} \cos \alpha \quad (3)$$

$$y_c = y_m + l_{MC} \sin \alpha \quad (4)$$

$$\alpha = \beta - \gamma \quad (5)$$

参考余弦定理可以计算出:

$$\cos \beta = \frac{l_{MC}^2 + l_{MN}^2 - l_{CN}^2}{2l_{MC}l_{MN}} \quad (6)$$

$$\beta = \cos^{-1}(\cos \beta) \quad (7)$$

$$l_{MN} = \sqrt{l_x^2 + l_y^2} = \sqrt{|x_M - x_N|^2 + |y_M - y_N|^2} \quad (8)$$

$$\tan \gamma = \frac{l_y}{l_x} = \frac{|y_M - y_N|}{|x_M - x_N|} \quad (9)$$

$$\gamma = \tan^{-1}(\tan \gamma) \quad (10)。$$

9. 根据权利要求7所述的方法, 其特征在于, 设所述折叠撑杆两端的限位点 (11), 一个为固定点P, 另一个为在X轴上直线运动点Q; 计量得到测试P点、Q点的原始坐标值分别记为P (x_p, y_p) , Q' $(x_{Q'}, y_{Q'})$, Q点在X轴上的变化通过其上的第二拉线传感器组件 (1) 测得, 记为 Δx_Q , 即测试Q点的实时坐标Q (x_Q, y_Q) 为 $(x_{Q'} + \Delta x_Q, y_{Q'})$ 。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其特征在于, 设定多个测点 (12) 分别为A点、B点、C点和E点, 偏心量e1为E点至P、Q两点连线的距离, 根据点到直线的距离公式, 先推导出测试P点、测试Q点的直线方程 $Rx + Sy + T = 0$, 用以下式 (11) ~ (13) 表示:

$$\frac{x - x_P}{x_Q - x_P} = \frac{y - y_P}{y_Q - y_P} \quad (11)$$

$$\frac{1}{x_Q - x_P}x + \frac{-1}{y_Q - y_P}y + \left(\frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P} \right) = 0 \quad (12)$$

$$\begin{cases} R = \frac{1}{x_Q - x_P} \\ S = \frac{-1}{y_Q - y_P} \\ T = \frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P} \end{cases} \quad (13)$$

根据E点的实时坐标和P、Q两点的实时直线方程, 可以计算出撑杆偏心e1的实时值, 用以下式 (14) 表示:

$$e1 = \left| \frac{Rx_E + Sy_E + T}{\sqrt{R^2 + S^2}} \right|$$

$$\begin{aligned}
&= \left| \frac{\frac{1}{x_Q - x_P} x_E + \frac{-1}{y_Q - y_P} y_E + \frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_Q - x_P}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_Q - y_P}\right)^2}} \right| \\
&= \left| \frac{\frac{x_E - x_P + y_P - y_E}{x_Q - x_P \ y_Q - y_P}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_Q - x_P}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_Q - y_P}\right)^2}} \right| \quad (14)
\end{aligned}$$

;

偏心e2为C点至A、B两点连线的距离,根据点到直线的距离公式,先推导出测试A点、测试B点的直线方程 $Fx+Gy+K=0$,用以下式(15)~(17)表示:

$$\frac{x - x_A}{x_B - x_A} = \frac{y - y_A}{y_B - y_A} \quad (15)$$

$$\frac{1}{x_B - x_A} x + \frac{-1}{y_B - y_A} y + \left(\frac{y_A}{y_B - y_A} - \frac{x_A}{x_B - x_A} \right) = 0 \quad (16)$$

$$\begin{aligned}
F &= \frac{1}{x_B - x_A} \\
G &= \frac{-1}{y_B - y_A} \\
K &= \frac{y_A}{y_B - y_A} - \frac{x_A}{x_B - x_A}
\end{aligned} \quad (17)$$

根据C点的实时坐标和A、B两点的实时直线方程,可以计算出摇臂偏心e2的实时值,用以下式(18)表示:

$$\begin{aligned}
e2 &= \left| \frac{Fx_C + Gy_C + K}{\sqrt{F^2 + G^2}} \right| \\
&= \left| \frac{\frac{1}{x_B - x_A} x_C + \frac{-1}{y_B - y_A} y_C + \frac{y_A}{y_B - y_A} - \frac{x_A}{x_B - x_A}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_B - x_A}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_B - y_A}\right)^2}} \right| \\
&= \left| \frac{\frac{x_C - x_A + y_A - y_C}{x_B - x_A \ y_B - y_A}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_B - x_A}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_B - y_A}\right)^2}} \right| \quad (18)
\end{aligned}$$

。

一种测量装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及飞机起落架试验测试技术领域,尤其设计一种测量装置及方法。

背景技术

[0002] 折叠撑杆作为飞机起落架关键组件,在起落架放下时折叠撑杆展开并上锁,将支柱锁定在放下位置,从而使其能够承受航向和垂向载荷;起落架收上时,折叠撑杆在撑杆作动筒的驱动下开锁并折叠,与支柱协调运动,一同收入起落架舱内。

[0003] 折叠撑杆稳定性对起落架的收上和放下过程起着关键作用,并直接影响飞机的起飞、着落的安全。折叠撑杆在安装使用之前,为确保能够对起落架实现支撑作用,需检查折叠撑杆运动过程中的偏心量是否满足设计要求,避免偏心量数值不合格,导致起落架收放不到位的问题发生。

[0004] 折叠撑杆受其自身结构影响,偏心 e_1 、摇臂偏心 e_2 无法直接采用量具测量。目前,主要借助平台、方箱、测量销轴及高度尺、测量量块等工具间接计算获得,以保正撑杆在“锁闭-开锁-开始折叠”运动过程中偏心 e_1 、摇臂偏心 e_2 的数值变化在规定范围内,该方式对操作人员综合技能水平要求较高。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种测量装置及方法,能够准确测量折叠撑杆动态时的偏心 e_1 、摇臂偏心 e_2 。

[0006] 本发明的技术方案是:一种测量装置,用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量,所述折叠撑杆上设有多个测点,所述折叠撑杆的两端为限位点,所述测量装置包括基座、置于所述基座上的平台、连接所述测点与平台的多个第一拉线传感器组件和连接两个限位点的一个第二拉线传感器组件,每个所述测点上连接至少两个所述第一拉线传感器组件,至少两个所述第一拉线传感器组件呈倒V形布设。

[0007] 优选的,所述基座上设有定位块和原点销,所述定位块与平台抵靠,所述原点销置于平台的旁侧,且所述原点销与定位块位于所述平台的同一侧。

[0008] 优选的,所述平台上设有多个与第一拉线传感器组件数量对应的第一支架,所述第一支架上端铰接第二支架,所述第一拉线传感器组件包括传感器和与所述传感器连接的拉线,所述传感器安装于所述第二支架上,所述拉线连接于对应位置的测点上。

[0009] 优选的,所述拉线包括基本线、延长线和连接环,所述基本线的一端与传感器连接,所述基本线的另一端通过所述连接环连接延长线的一端,所述延长线的另一端与测点连接。

[0010] 优选的,每个所述测点上均安装有连接销,所述连接销上套装有间隔轴套,每个所述测点上的至少两个所述第一拉线传感器组件通过所述间隔轴套隔开,所述连接销的端部设有用于调整第一拉线传感器组件位置的锁紧螺母。

[0011] 优选的,所述折叠撑杆两端的限位点中,一个为固定点,另一个为直线运动点,所

述直线运动点相对于固定点运动,以使折叠撑杆在多个所述测点的位置处折叠或展开。

[0012] 本发明还提供一种用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量的方法,采用上述的测量装置进行,包括:在所述平台上设定一个测量坐标的圆点,计量各第一拉线传感器组件和第二拉线传感器组件相对于圆点的初始坐标;启动折叠撑杆一端的限位点,使折叠撑杆折叠或展开,在该过程中,测量每个测点和限位点的实时坐标,再利用点到直线的距离公式计算折叠撑杆运动过程中的偏心量 e_1 和 e_2 。

[0013] 优选的,设测点上的两个第一拉线传感器组件上的转动中线点分别为M、N,点M、N靠近平台设置,所述第一拉线传感器组件的初始坐标为 $M(x_M, y_M)$, $N(x_N, y_N)$,初始位置下,第一拉线传感器组件的测量值为0,测点至M、N两点的初始距离分别标记为 l_{MC} 和 l_{CN} ;

[0014] 所述折叠撑杆在运动过程中,第一拉线传感器组件上的点M、N随同转动,测量值发生变化,分别记为 Δl_{MC} , Δl_{CN} ;通过如下式(1)(2)计算在折叠撑杆运动过程中,测点至M、N两点的实时距离;

$$[0015] \quad l_{MC} = l_{MC'} + \Delta l_{MC} \quad (1)$$

$$[0016] \quad l_{CN} = l_{CN'} + \Delta l_{CN} \quad (2)$$

[0017] 根据上述计算结果以及第一拉线传感器组件初始坐标中的原始数值,测试所述测点的实时坐标值 (x_C, y_C) ,用下以式(3)~(10)表示:

$$[0018] \quad x_C = x_M + l_{MC} \cos \alpha \quad (3)$$

$$[0019] \quad y_C = y_M + l_{MC} \sin \alpha \quad (4)$$

$$[0020] \quad \alpha = \beta - \gamma \quad (5)$$

[0021] 参考余弦定理可以计算出:

$$[0022] \quad \cos \beta = \frac{l_{MC}^2 + l_{MN}^2 - l_{CN}^2}{2l_{MC}l_{MN}} \quad (6)$$

$$[0023] \quad \beta = \cos^{-1}(\cos \beta) \quad (7)$$

$$l_{MN} = \sqrt{l_x^2 + l_y^2} = \sqrt{|x_M - x_N|^2 + |y_M - y_N|^2} \quad (8)$$

[0024]

$$\tan \gamma = \frac{l_y}{l_x} = \frac{|y_M - y_N|}{|x_M - x_N|} \quad (9)$$

$$[0025] \quad \gamma = \tan^{-1}(\tan \gamma) \quad (10)$$

[0026] 优选的,设所述折叠撑杆两端的限位点,一个为固定点P,另一个为在X轴上直线运动点Q;计量得到测试P点、Q点的原始坐标值分别记为 $P(x_p, y_p)$, $Q'(x_{Q'}, y_{Q'})$, Q点在X轴上的变化通过其上的第二拉线传感器组件测得,记为 Δx_Q ,即测试Q点的实时坐标 $Q(x_Q, y_Q)$ 为 $(x_{Q'} + \Delta x_Q, y_{Q'})$ 。

[0027] 优选的,设定多个测点分别为A点、B点、C点和E点,偏心量 e_1 为E点至P、Q两点连线的距离,根据点到直线的距离公式,先推导出测试P点、测试Q点的直线方程 $Rx + Sy + T = 0$,用以下式(11)~(13)表示:

$$\frac{x - x_P}{x_Q - x_P} = \frac{y - y_P}{y_Q - y_P} \quad (11)$$

[0028]

$$\frac{1}{x_Q - x_P}x + \frac{-1}{y_Q - y_P}y + \left(\frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P} \right) = 0 \quad (12)$$

$$[0029] \quad \begin{cases} R = \frac{1}{x_Q - x_P} \\ S = \frac{-1}{y_Q - y_P} \\ T = \frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P} \end{cases} \quad (13)$$

[0030] 根据E点的实时坐标和P、Q两点的实时直线方程,可以计算出撑杆偏心e1的实时值,用以下式(14)表示:

$$[0031] \quad \begin{aligned} e1 &= \left| \frac{Rx_E + Sy_E + T}{\sqrt{R^2 + S^2}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{1}{x_Q - x_P} x_E + \frac{-1}{y_Q - y_P} y_E + \frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_Q - x_P}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_Q - y_P}\right)^2}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{x_E - x_P + y_P - y_E}{x_Q - x_P \ y_Q - y_P}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_Q - x_P}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_Q - y_P}\right)^2}} \right| \end{aligned} \quad (14)$$

[0032] 偏心e2为C点至A、B两点连线的距离,根据点到直线的距离公式,先推导出测试A点、测试B点的直线方程 $Fx + Gy + K = 0$,用以下式(15) ~ (17)表示:

$$\frac{x - x_A}{x_B - x_A} = \frac{y - y_A}{y_B - y_A} \quad (15)$$

$$\frac{1}{x_B - x_A} x + \frac{-1}{y_B - y_A} y + \left(\frac{y_A}{y_B - y_A} - \frac{x_A}{x_B - x_A} \right) = 0 \quad (16)$$

$$[0033] \quad \begin{aligned} F &= \frac{1}{x_B - x_A} \\ G &= \frac{-1}{y_B - y_A} \\ K &= \frac{y_A}{y_B - y_A} - \frac{x_A}{x_B - x_A} \end{aligned} \quad (17)$$

[0034] 根据C点的实时坐标和A、B两点的实时直线方程,可以计算出摇臂偏心e2的实时值,用以下式(18)表示:

$$[0035] \quad e2 = \left| \frac{Fx_C + Gy_C + K}{\sqrt{F^2 + G^2}} \right|$$

$$\begin{aligned}
 [0036] \quad &= \left| \frac{\frac{1}{x_B - x_A} x_C + \frac{-1}{y_B - y_A} y_C + \frac{y_A}{y_B - y_A} - \frac{x_A}{x_B - x_A}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_B - x_A}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_B - y_A}\right)^2}} \right| \\
 &= \left| \frac{\frac{x_C - x_A}{x_B - x_A} + \frac{y_A - y_C}{y_B - y_A}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_B - x_A}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_B - y_A}\right)^2}} \right| \quad (18)
 \end{aligned}$$

[0037] 与相关技术相比,本发明的有益效果为:

[0038] 折叠撑杆在开锁、运动折叠、上锁过程中,需要测量其偏心e1和摇臂偏心e2的动态变化过程,以横梁折叠撑杆开锁和上锁特性确保机构安全可靠。本发明通过将动态位移转换成同一个坐标系下六个点(四个测点和两个限位点)的坐标测量,避开了受结构及运动空间限制等问题,准确测量出折叠撑杆受载状态下e1和e2的动态特性,能有效评估产品的安全性和可靠性,解决了生产急需。

附图说明

[0039] 图1为本发明提供的测量装置的第一种视角结构示意图;

[0040] 图2为本发明提供的测量装置的第二种视角结构示意图;

[0041] 图3为折叠撑杆上的测点的局部放大示意图;

[0042] 图4为单个测点(如A点)上的拉线传感器组件的连接示意图;

[0043] 图5为C点的原始坐标示意图;

[0044] 图6为C点的实时坐标的测量方法原理图;

[0045] 图7为偏心e1、偏心e2的计算原理图。

[0046] 附图中:1、第二拉线传感器组件;2、第一安装座;3、第一销轴;4、第一拉线传感器组件;41、传感器;42、拉线;421、基本线;422、延长线;423、连接环;5、平台;51、第一支架;52、第二支架;6、原点销;7、基座;8、定位块;9、第二销轴;10、第二安装座;11、限位点;12、测点;13、连接销;14、间隔轴套;15、锁紧螺母;16、锁紧销;17、摇臂;18、前撑杆;19、后撑杆。

具体实施方式

[0047] 以下将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。为叙述方便,下文中如出现“上”、“下”、“左”、“右”字样,仅表示与附图本身的上、下、左、右方向一致,并不对结构起限定作用。

[0048] 如图1、图2所示,本实施例提供的一种测量装置用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量,所述折叠撑杆上设有多个测点12,所述折叠撑杆的两端为限位点11。在本实施例中,多个测点12分别包括测试A点、测试B点、测试C点和测试E点。所述折叠撑杆两端的限位点11中,一个为固定P点,另一个为直线运动Q点,所述Q点相对于P点运动,以使折叠撑杆在多个所述测点12的位置处折叠或展开,具体为锁闭-开锁-开始折叠的动作。

[0049] 所述折叠撑杆包括前撑杆18、后撑杆19和摇臂17。所述前撑杆18的一端通过第一销轴3与第一安装座2铰接,第一销轴3形成P点。所述前撑杆18的另一端同时与摇臂17的一端和后撑杆19的一端铰接形成所述测试E点。所述后撑杆19的另一端通过第二销轴9与第二安装座10铰接,第二销轴9形成Q点。所述摇臂17上设有三个互铰的支板,三个支板相互铰接有两个铰点,其中一个靠近E点为B点,另一个则为C点。所述摇臂17的另一端(即另一个支板)与后撑杆19铰接形成A点。

[0050] 如图3所示,各个测点12上均通过连接销13铰接,所述连接销13伸出至前撑杆18或后撑杆19的外侧设置间隔轴套14,所述C点处设置锁紧销16限定第一拉线传感器组件4的位置,其余的A点、B点和E点通过锁紧螺母15限位。

[0051] 如图4所示,每个所述测点12上连接两个所述第一拉线传感器组件4,两个所述第一拉线传感器组件4呈倒V形布设,这样才能得到足够的数据计算该测点12的坐标值。

[0052] 如图1、图2所示,所述平台5上共设置有与四个测点12位置对应的八个第一支架51,所述第一支架51竖向设置,其顶部通过销轴、轴承、挡圈铰接第二支架52,使第二支架52能够绕轴相对于第一支架51摆动,适应动态测量。

[0053] 所述基座7上设有定位块8和原点销6,所述定位块8与平台5抵靠,所述原点销6置于平台5的旁侧,且所述原点销6与定位块8位于所述平台5的同一侧。

[0054] 如图4所示,所述第一拉线传感器组件4包括传感器41和与所述传感器41连接的拉线42。所述传感器41安装于所述第二支架52上,所述拉线42连接于对应位置的测点12上。为防止两个拉线42在折叠撑杆运动过程中发生缠绕,利用间隔轴套14将同个测点12上的两个拉线42隔开。连接销13最外侧用锁紧螺母15定位锁紧,在折叠撑杆运动过程中,防止拉线42脱落,同时,所述锁紧螺母15可以调整拉线42在连接销13上的轴向位置,以保证其与折叠撑杆的表面平行。因测点C位于前撑杆18和后撑杆19内部,空间小,其利用锁紧销16代替锁紧螺母15,保证能在狭小的空间内安装定位。

[0055] 如图2所示,第二拉线传感器组件1的结构与第一拉线传感器组件4相同,第二拉线传感器组件1中的传感器41套装在第一销轴3上(P点)并与第一安装座2固定。所述第二拉线传感器组件1中的拉线42固定在第二销轴9(Q点)上。

[0056] 如图4所示,测点12(如A点)上的第一拉线传感器组件4上的安装方式为:第二支架52与第一支架51的铰接中心形成传感器41的旋转中心,该中心安装轴承,并利用卡簧定位固定。铰接的方式能够保证拉线42随传感器41共同运动,始终处于同一直线位置,保证测量结构的准确性,铰接的方式使第一拉线传感器组件4随折叠撑杆的运动过程进行角度的旋转变换。

[0057] 为保证第一拉线传感器组件4和第二拉线传感器组件1精度,避免其形成不能满足使用要求,优化拉线42的结构,使其包括基本线421、延长线422和连接环423。所述基本线421的一端与传感器41连接,所述基本线421的另一端通过所述连接环423连接延长线422的一端,所述延长线422的另一端与测点12连接。通过连接环423连接,达到增加行程的效果。

[0058] 折叠撑杆上的各连接销13位置变化引发偏心 e_1 、偏心 e_2 的改变,根据撑杆“锁闭-开锁-开始折叠”运动工况,测量中间四个测点12位置(连接销13上A、B、C、E四个点位)和前后两个限位点(测试P、Q点)的实时坐标,可利用点到直线的距离公式,推了偏心量 e_1 、 e_2 数学表达式,借助传感器和微控手段,实现了折叠撑杆在“锁闭-开锁-开始折叠”运动过程中

的撑杆偏心 e_1 、摇臂偏心 e_2 的实时精确测量。

[0059] 偏心量测量原理为：基座7提供测量的统一基准，原点销6安装在基座7上，将所述原点销6定义为测量坐标系原点，平台5安装在基座7上，通过定位块8和销（未标号）进行定位。第一拉线传感器组件4安装在平台5上的第二支架52上，计量第一拉线传感器组件4和第二拉线传感器组件1的初始坐标。连接销13安装在前撑杆18、后撑杆19、摇臂17对应定位孔和工艺孔中，第一拉线传感器组件4上的拉线42连接在对应的测点12（A、B、C、E四个点位）上，第二拉线传感器组件1上的拉线42连接在两个限位点11（测试P、Q点）上，用于测量上述各点的实时坐标，再利用点到直线的距离公式计算偏心量的数值。

[0060] 所述测量装置配有测控系统，能将传感器41采集的数据进行换算，动态显示偏心量，并可自动或手动存储数据，自动存储试验参数等功能。还可浏览历史试验数据及曲线，根据用户的要求的格式和内容生成试验报告。该测量装置对操作人员无更高的专业技术要求。

[0061] 本发明还提供一种用于测量折叠撑杆运动过程中的偏心量的方法，采用上述的测量装置进行，包括如下步骤：

[0062] 以测点C为例，以基座7为基准，以原点销6为原点0，建立测量坐标系。如图5所示，M、N两点为第一拉线传感器组件4中的旋转轴承（第二支架52与第一支架51铰接）的中心点，通过计量可以得到，其相对于原点的坐标值，分别记为 $M(x_M, y_M)$ ， $N(x_N, y_N)$ 。此两点的坐标值不会随着折叠撑杆的运动而发生变化。

[0063] 初始位置下，第一拉线传感器组件4有原始测量值。所述第一拉线传感器组件4测量值为0时，测量C点到M、N两点的初始距离，分别记为 l_{MC} 和 l_{CN} 。如图6所示，折叠撑杆在“锁闭-开锁-开始折叠”运动过程中，第一拉线传感器组件4随着折叠撑杆而转动，测量值发生变化，分别记为 Δl_{MC} ， Δl_{CN} 。

[0064] 由此，可计算出运动过程中，测试C点到M、N两点的实时距离，用以下的式（1）、式（2）表示：

$$[0065] \quad l_{MC} = l_{MC'} + \Delta l_{MC} \quad (1)$$

$$[0066] \quad l_{CN} = l_{CN'} + \Delta l_{CN} \quad (2)$$

[0067] 根据上述得到的结果以及原始数值，测试C点的实时坐标值 (x_C, y_C) 用以下的式（3）~（10）表示：

$$[0068] \quad x_C = x_M + l_{MC} \cos \alpha \quad (3)$$

$$[0069] \quad y_C = y_M + l_{MC} \sin \alpha \quad (4)$$

$$[0070] \quad \alpha = \beta - \gamma \quad (5)$$

[0071] 参考余弦定理可以计算出：

$$[0072] \quad \cos \beta = \frac{l_{MC}^2 + l_{MN}^2 - l_{CN}^2}{2l_{MC}l_{MN}} \quad (6)$$

$$[0073] \quad \beta = \cos^{-1}(\cos \beta) \quad (7)$$

$$l_{MN} = \sqrt{l_x^2 + l_y^2} = \sqrt{|x_M - x_N|^2 + |y_M - y_N|^2} \quad (8)$$

[0074]

$$\tan \gamma = \frac{l_y}{l_x} = \frac{|y_M - y_N|}{|x_M - x_N|} \quad (9)$$

[0075] $\gamma = \tan^{-1}(\tan \gamma)$ (10)

[0076] 参考上述测试C点的坐标测量方法,可以得到其余测点12的坐标值。由于所有测点12的坐标均是基于基座7和原点销6得到的坐标值,所以视为统一坐标系下的值,可以直接进行撑杆偏心e1、摇臂偏心e2的计算。

[0077] 如图7所示,P点为前撑杆18和第一安装座2的安装点,Q点为后撑杆19和第二安装座10的安装点,第一安装座2固定,第二安装座10往复直线运动,带动折叠撑杆做“锁闭-开锁-开始折叠”运动。

[0078] 在测量装置搭建完成后,以基座7为基准,以原点销6为原点0,计量得到P、Q点的原始坐标值,分别记为P(x_p, y_p), Q'($x_{Q'}, y_{Q'}$)。P点为固定点,其坐标值不会随着折叠撑杆的运动发生变化。Q点往复直线运动,即沿X轴方向移动,因此,Q点的Y轴坐标不会发生变形。X轴坐标的变化量由P点和Q点之间的第二拉线传感器组件1测得,记为 Δx_Q ,即测试Q点的实时坐标Q(x_Q, y_Q)为($x_{Q'} + \Delta x_Q, y_{Q'}$)。

[0079] 所有测点12和限位点11的坐标值全部计算得出后,再计算撑杆偏心e1、摇臂偏心e2的数值。

[0080] 撑杆偏心e1即为测试E点到P、Q两点连线的距离(如图7所示)。根据点到直线的距离公式,先推导出测试P点、测试Q点的直线方程 $Rx + Sy + T = 0$,用以下式(11) ~ (13)表示:

[0081]
$$\frac{x - x_P}{x_Q - x_P} = \frac{y - y_P}{y_Q - y_P} \quad (11)$$

$$\frac{1}{x_Q - x_P}x + \frac{-1}{y_Q - y_P}y + \left(\frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P} \right) = 0 \quad (12)$$

[0082]
$$\begin{cases} R = \frac{1}{x_Q - x_P} \\ S = \frac{-1}{y_Q - y_P} \\ T = \frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P} \end{cases} \quad (13)$$

[0083] 根据E点的实时坐标和P、Q两点的实时直线方程,可以计算出撑杆偏心e1的实时值,用以下式(14)表示:

$$\begin{aligned} e1 &= \left| \frac{Rx_E + Sy_E + T}{\sqrt{R^2 + S^2}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{1}{x_Q - x_P}x_E + \frac{-1}{y_Q - y_P}y_E + \frac{y_P}{y_Q - y_P} - \frac{x_P}{x_Q - x_P}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_Q - x_P}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_Q - y_P}\right)^2}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{x_E - x_P}{x_Q - x_P} + \frac{y_P - y_E}{y_Q - y_P}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_Q - x_P}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_Q - y_P}\right)^2}} \right| \end{aligned} \quad (14)$$

[0085] 摇臂偏心e2即为测试C点到A、B两点连线的距离(如图7所示)。根据点到直线的距

离公式,先推导出测试A点、测试B点的直线方程 $Fx+Gy+K=0$,用以下式(15)~(17)表示:

$$\frac{x-x_A}{x_B-x_A} = \frac{y-y_A}{y_B-y_A} \quad (15)$$

$$\frac{1}{x_B-x_A}x + \frac{-1}{y_B-y_A}y + \left(\frac{y_A}{y_B-y_A} - \frac{x_A}{x_B-x_A}\right) = 0 \quad (16)$$

[0086]

$$\begin{aligned} F &= \frac{1}{x_B-x_A} \\ G &= \frac{-1}{y_B-y_A} \\ K &= \frac{y_A}{y_B-y_A} - \frac{x_A}{x_B-x_A} \end{aligned} \quad (17)$$

[0087] 根据C点的实时坐标和A、B两点的实时直线方程,可以计算出摇臂偏心e2的实时值,用以下式(18)表示:

$$[0088] \quad e2 = \left| \frac{Fx_C + Gy_C + K}{\sqrt{F^2 + G^2}} \right|$$

[0089]

$$\begin{aligned} &= \left| \frac{\frac{1}{x_B-x_A}x_C + \frac{-1}{y_B-y_A}y_C + \frac{y_A}{y_B-y_A} - \frac{x_A}{x_B-x_A}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_B-x_A}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_B-y_A}\right)^2}} \right| \\ &= \left| \frac{\frac{x_C-x_A}{x_B-x_A} + \frac{y_A-y_C}{y_B-y_A}}{\sqrt{\left(\frac{1}{x_B-x_A}\right)^2 + \left(\frac{-1}{y_B-y_A}\right)^2}} \right| \end{aligned} \quad (18)$$

[0090] 由此,通过折叠撑杆偏心量测量装置和方法可以测量折叠撑杆在“锁闭-开锁-开始折叠”运动过程中的撑杆偏心e1、摇臂偏心e2的数值。

[0091] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

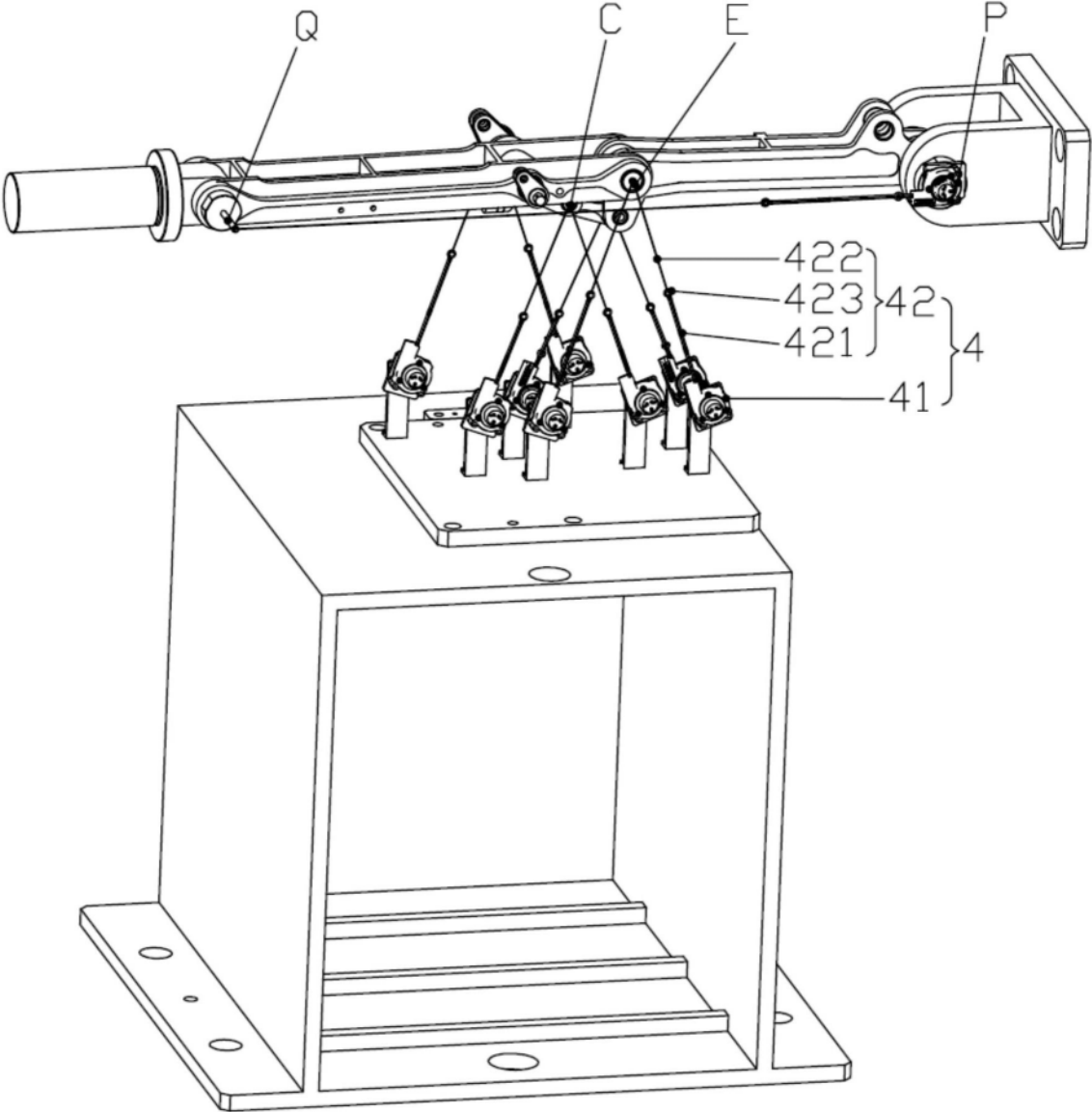


图2

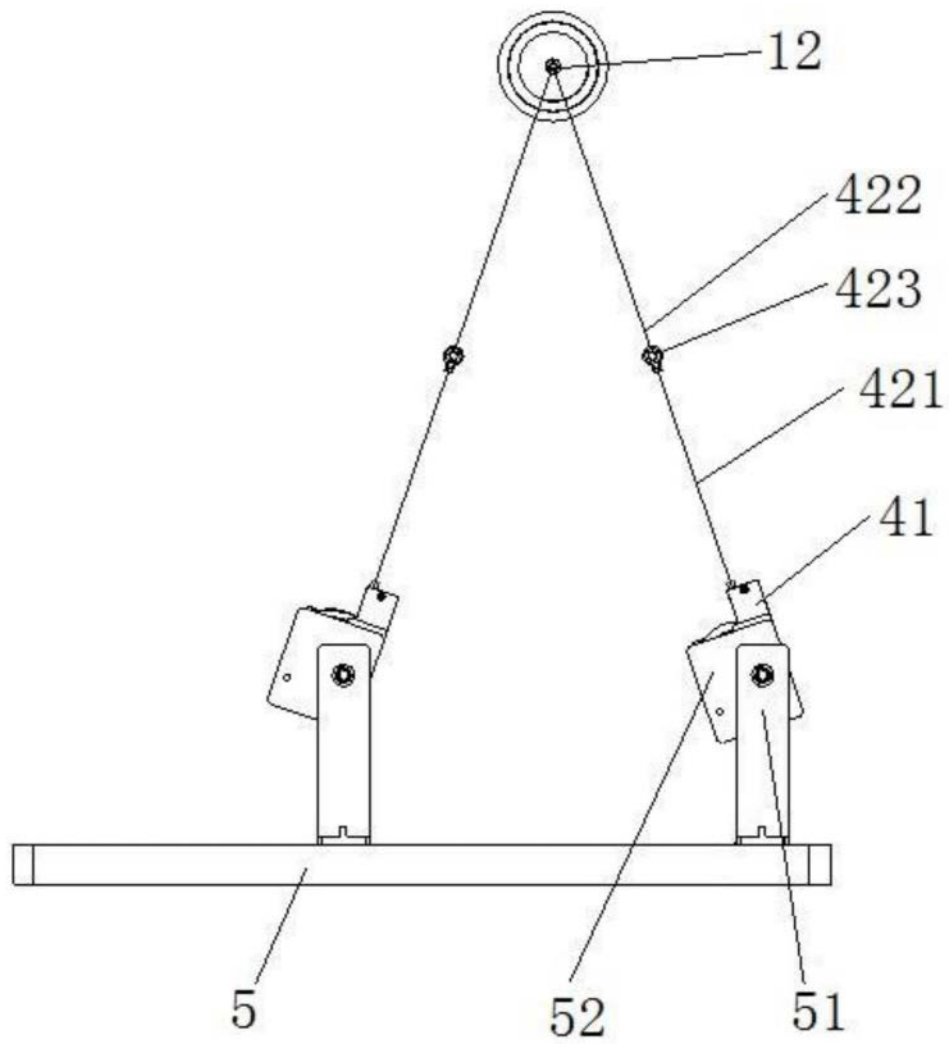


图4

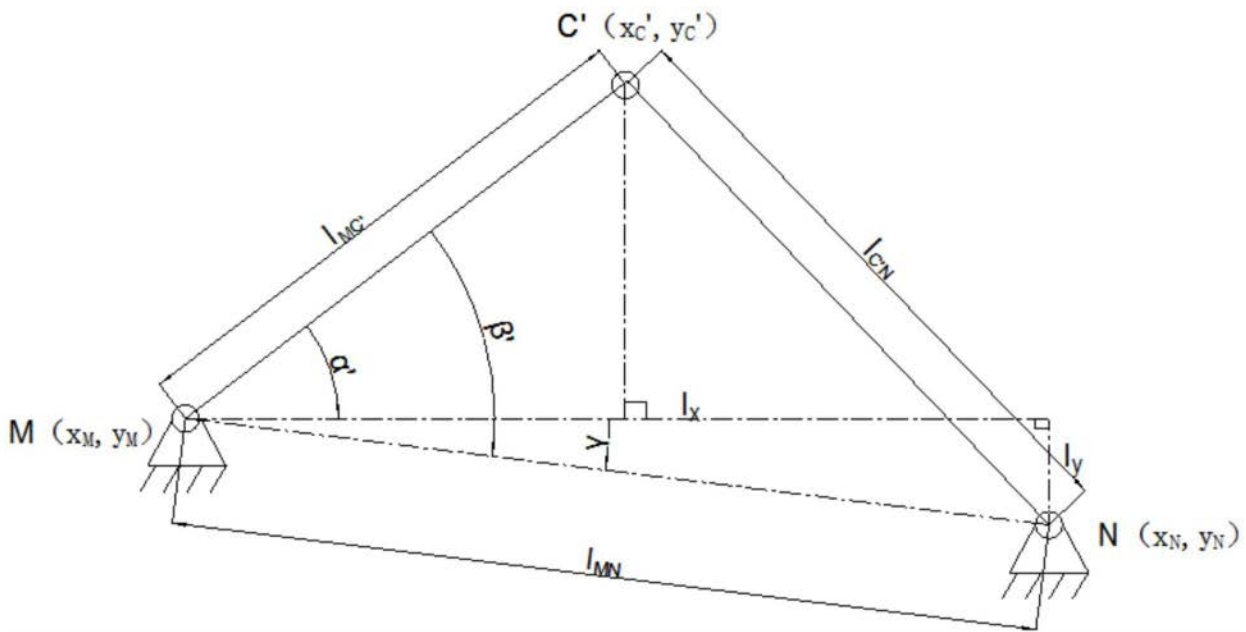


图5

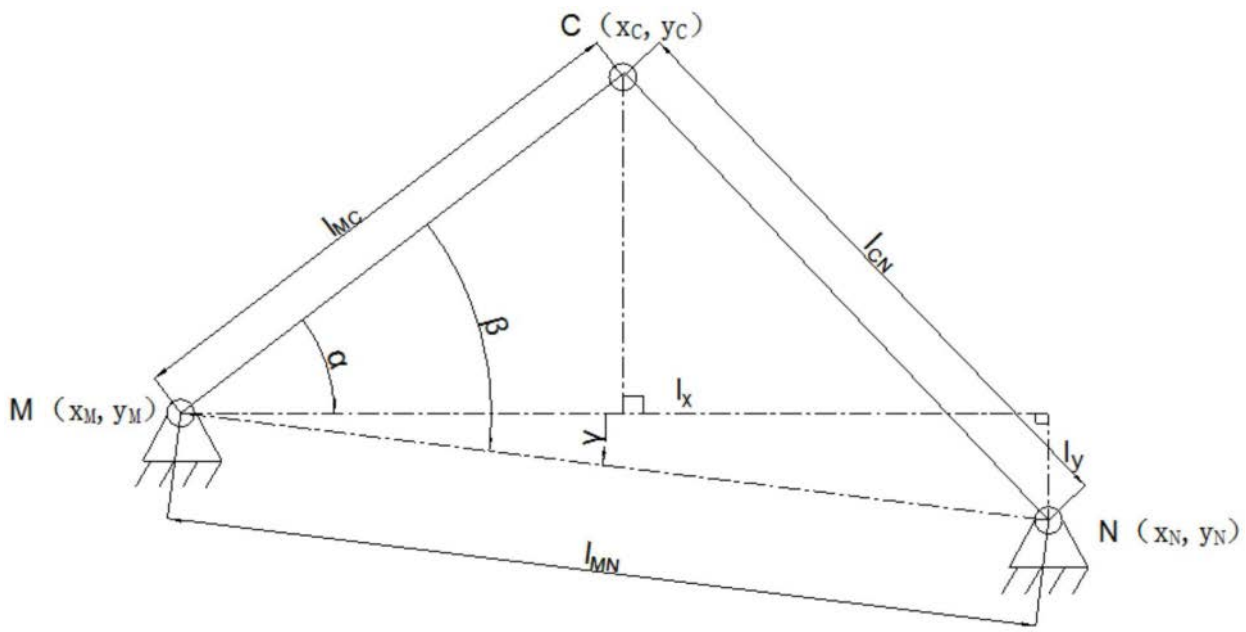


图6

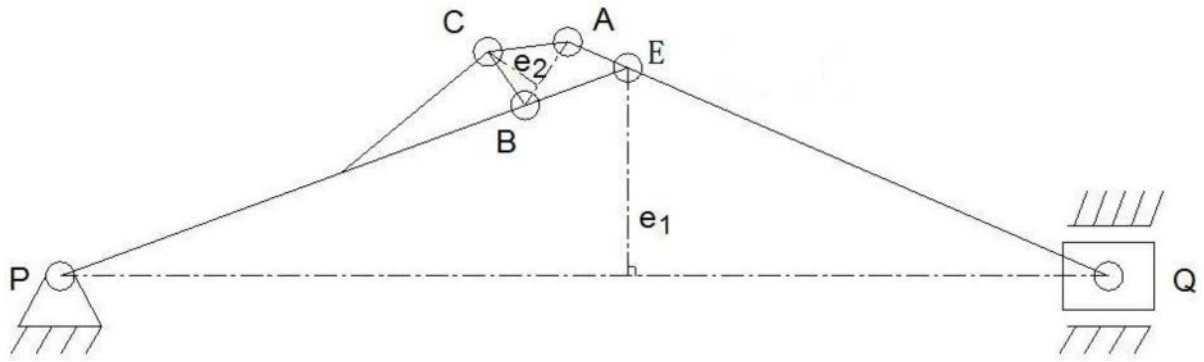


图7