



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112945063 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 28

(21) 申请号 202110271366.2

(22) 申请日 2021.03.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112945063 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(73) 专利权人 山西阳煤化工机械(集团)有限公司
地址 030032 山西省太原市太原市综改示范区太原潇河园区电子街10号

(72) 发明人 段晓健 李英杰 咸耀龙 杨宇
仙笑笑 宋宇光

(74) 专利代理机构 太原科卫专利事务所(普通合伙) 14100
专利代理师 朱源

(51) Int. Cl.
G01B 5/20 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 108507448 A, 2018.09.07

CN 206573061 U, 2017.10.20

CN 103047923 A, 2013.04.17

CN 102620682 A, 2012.08.01

JP 2006343234 A, 2006.12.21

CN 110222395 A, 2019.09.10

CN 1453559 A, 2003.11.05

CN 111331568 A, 2020.06.26

CN 208205994 U, 2018.12.07

CN 202547630 U, 2012.11.21

JP 2016166873 A, 2016.09.15

CN 107504915 A, 2017.12.22

CN 104833304 A, 2015.08.12

JP H0989713 A, 1997.04.04

CN 204346380 U, 2015.05.20

朱军 等. 近似椭圆封头的偏差. 《中国化工装备》. 2001, 第3卷(第1期), 第42-47页.

张赞 等. 基于椭圆规的压力容器椭圆形封头检验仪器. 《中国特种设备安全》. 2015, 第31卷(第12期), 第21-25页.

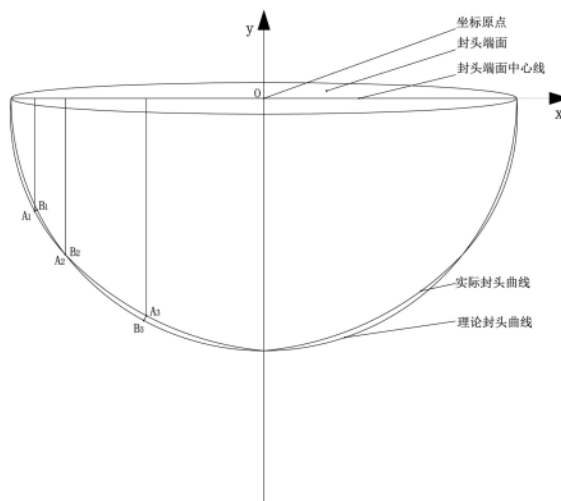
审查员 龚艳霞

权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称
一种球形封头形状偏差的测量方法

(57) 摘要

本发明涉及一种测量方法, 具体是一种球形封头形状偏差的测量方法, 旨在解决现有球形封头测量成本高、操作不够便捷的技术问题。采用如下技术方案: 选取球形封头端面的一条中心线的多个位置进行投射, 通过竖直和水平两个方向的投射距离检测, 结合封头自身的理论曲线方程, 可得出每个投射点及对应点的坐标, 进而得出每个投射点位置对应的封头凹凸情况及具体偏差值, 最终得到封头的最大形状偏差以及封头的模拟轮廓。



CN 112945063 B

1. 一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于,依次包括如下步骤:

1)、将球形封头的端面朝上放置在地面上,使端面与地面平行,并加以支撑固定;

2)、沿球形封头的端面的一条中心线选取多个投射位置,球形封头内壁上与各个投射位置竖直对应的为投射点;

3)、测量第一个投射点 A_1 与球形封头端面的距离 n_1 ,测量第一个投射点 A_1 对应投射位置与球形封头端面中心的距离 m_1 ,测算球形封头的半径为 r ;

4)、以球形封头的球心为原点建立坐标系,使X轴与所述中心线重合且Y轴竖直向上,则理论球形封头对应圆的方程为

$$x^2 + y^2 = r^2 \textcircled{1}$$

设 $A_1(x_1, y_1)$,理论球形封头上与 A_1 对应的点 $B_1(x'_1, y'_1)$,过点 B_1 的圆的切线方程为

$$x'_1 x + y'_1 y = r^2 \textcircled{2}$$

过点 B_1 且垂直于方程②所述切线的直线方程为

$$y = \frac{y'_1}{x'_1} x \textcircled{3}$$

将点 A_1 代入方程③,得

$$x'_1 = \frac{x_1}{y_1} y'_1 \textcircled{4}$$

将点 B_1 代入方程①,得

$$x'^2_1 + y'^2_1 = r^2 \textcircled{5}$$

将方程④代入方程⑤,得

$$y'^2_1 = \frac{y_1^2 r^2}{x_1^2 + y_1^2} \textcircled{6}$$

解关于 y'_1 的一元二次方程⑥,因为 y'_1 与 y_1 较为接近,所以取值

$$y'_1 = \frac{y_1 r}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}} \textcircled{7}$$

将方程⑦代入方程④,得

$$x_1' = \frac{x_1 r}{\sqrt{y_1^2 + x_1^2}} \textcircled{8}$$

将投射点 A_1 与对应点 B_1 之间的距离记为 S ,则

$$S = \sqrt{(x_1' - x_1)^2 + (y_1' - y_1)^2} \textcircled{9}$$

若投射点 A_1 在 X 轴负半轴,则

$$x_1 = -m_1, y_1 = -n_1 \textcircled{10}$$

若投射点 A_1 在 X 轴正半轴,则

$$x_1 = m_1, y_1 = -n_1 \textcircled{11}$$

5)、通过比较 $|x_1|$ 与 $|x_1'|$ 的大小,确定 A_1 处的凹凸:若 $|x_1| > |x_1'|$,封头外凸;若 $|x_1| < |x_1'|$,封头内凹;将 $\textcircled{7}$ $\textcircled{8}$ $\textcircled{10}$ 或 $\textcircled{7}$ $\textcircled{8}$ $\textcircled{11}$ 共同代入 $\textcircled{9}$ 后,得出 A_1 处内凹值或外凸值;

6)、采用与步骤3)-5)相同方法依次对剩余所有投射点处的封头凹凸情况进行计算,确定最大内凹值和最大外凸值。

2. 根据权利要求1所述的一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于:步骤3)中还需测量球缺的高度为 $(h + r)$;步骤4)中, X 轴与所述中心线平行,当投射点 A_1 在 X 轴负半轴时 $x_1 = -m_1$, $y_1 = (-n_1 - h)$,当投射点 A_1 在 X 轴正半轴时 $x_1 = m_1$, $y_1 = (-n_1 - h)$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于:步骤3)中还需测量直边段的高度为 k ;步骤4)中, X 轴与所述中心线平行,当投射点 A_1 在 X 轴负半轴时 $x_1 = -m_1$, $y_1 = (k - n_1)$,当投射点 A_1 在 X 轴正半轴时 $x_1 = m_1$, $y_1 = (k - n_1)$ 。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于,步骤3)是基于如下装置进行测量的:包括两条导轨(1),导轨(1)与步骤2)中选取的中心线平行,导轨(1)上滑动安装有移动小车,移动小车内置有驱动其沿导轨(1)移动的步进电机(2),移动小车上集成有一个竖直测距仪(3)和两个水平测距仪(4),竖直测距仪(3)和水平测距仪(4)的检测线路皆与步骤2)中选取的中心线处于同一竖直面内,竖直测距仪(3)向下检测,两个水平测距仪(4)分别向左右两方向检测。

5. 根据权利要求4所述的一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于:移动小车包括底板(5),步进电机(2)固定于底板(5)上,底板(5)上转动安装有滚轮(7),滚轮(7)支撑于

导轨(1)上,步进电机(2)的输出轴通过齿轮组(8)与滚轮(7)传动连接,底板(5)上还固定有车架,车架外设有车罩(6),车罩(6)向下伸于导轨(1)下方形成安装部,水平测距仪(4)和竖直测距仪(3)皆设于安装部的下侧。

6.根据权利要求5所述的一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于:所述滚轮(7)为磁性车轮。

7.根据权利要求5所述的一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于:底板(5)上还固定有充电电池组(9)和控制主板(10)。

一种球形封头形状偏差的测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量方法,具体是一种球形封头形状偏差的测量方法。

背景技术

[0002] 封头是压力容器最为关键的一个部件,其中,球形封头是最常用的封头之一。常见的球形封头有三种:第一种是标准的半球形壳体;第二种是球形壳体被一平面截去部分后剩余的部分,截去的部分为球缺,球缺的高大于球的半径;第三种是在半球形壳体的圆形平面处同轴等径增设一圆筒体后形成的结构,增设的部分为直边段。封头制作完毕后需对其进行测量,以检测封头的形状偏差。现有一般需要制作封头样板,按标准图形尺寸制作且尺寸小于封头的内部尺寸,测量时将封头样板置于封头内,通过测量封头与封头样板之间的间隙,来判定封头的形状偏差。而不同规格的封头需要制备对应尺寸的封头样板,为满足测量封头形状偏差所需,则需要制备大量不同尺寸的样板。另外对于大直径封头,因其尺寸较大测量时不易操作,且样板的存放也极为不便。

发明内容

[0003] 本发明旨在解决现有封头测量成本高、操作不够便捷的技术问题。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0005] 一种球形封头形状偏差的测量方法,其特征在于,依次包括如下步骤:

[0006] 1)、将球形封头的端面(即圆形平面)朝上放置在地面上,使端面与地面平行,并加以支撑固定;

[0007] 2)、沿球形封头的端面的一条中心线选取多个投射位置,球形封头内壁上与各个投射位置竖直对应的为投射点;

[0008] 3)、测量第一个投射点 A_1 与球形封头端面的距离 n_1 ,测量第一个投射点 A_1 对应投射位置与球形封头端面中心的距离 m_1 ,测算球形封头的半径为 r ;

[0009] 4)、以球形封头的球心为原点建立坐标系,使X轴与所述中心线重合且Y轴竖直向上,则理论球形封头对应圆的方程为

$$[0010] \quad x^2 + y^2 = r^2 \quad \textcircled{1}$$

[0011] 设 $A_1(x_1, y_1)$,理论球形封头上与 A_1 对应的点 $B_1(x'_1, y'_1)$,过点 B_1 的圆的切线方程为

$$[0012] \quad x'_1x + y'_1y = r^2 \quad \textcircled{2}$$

[0013] 过点 B_1 且垂直于方程 $\textcircled{2}$ 所述切线的直线方程为

[0014] $y = \frac{y_1'}{x_1'}x$ ③

[0015] 将点 A_1 代入方程③,得

[0016] $x_1' = \frac{x_1}{y_1}y_1'$ ④

[0017] 将点 B_1 代入方程①,得

[0018] $x_1'^2 + y_1'^2 = r^2$ ⑤

[0019] 将方程④代入方程⑤,得

[0020] $y_1'^2 = \frac{y_1^2 r^2}{x_1^2 + y_1^2}$ ⑥

[0021] 解关于 y_1' 的一元二次方程⑥,因为 y_1' 与 y_1 较为接近,所以取值

[0022] $y_1' = \frac{y_1 r}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}}$ ⑦

[0023] 将方程⑦代入方程④,得

[0024] $x_1' = \frac{x_1 r}{\sqrt{y_1^2 + x_1^2}}$ ⑧

[0025] 将投射点 A_1 与对应点 B_1 之间的距离记为S,则

[0026] $S = \sqrt{(x_1' - x_1)^2 + (y_1' - y_1)^2}$ ⑨

[0027] 若投射点 A_1 在X轴负半轴,则

[0028] $x_1 = -m_1, y_1 = -n_1$ ⑩

[0029] 若投射点 A_1 在X轴正半轴,则

[0030] $x_1 = m_1, y_1 = -n_1$ ⑪

[0031] 5)、通过比较 $|x_1|$ 与 $|x_1'|$ 的大小,确定 A_1 处的凹凸:若 $|x_1| > |x_1'|$,封头外凸;若

$|x_1| < |x_1'|$,封头内凹;将⑦⑧⑩或⑦⑧⑪共同代入⑨后,得出 A_1 处内凹值或外凸值;

[0032] 6)、采用与步骤3)-5)相同方法依次对剩余所有投射点处的封头凹凸情况进行计

算,确定最大内凹值和最大外凸值。

[0033] 本发明的有益效果是:

[0034] 本发明提供一种球形封头形状偏差的测量方法,可以快速确定球形封头形状偏差,且测量精度高,适用于各种尺寸球形封头的测量;解决了不同尺寸球形封头需要不同样板的问题,且避免了封头样板制作误差造成的测量误差;本测量方法容易采用编程实现自动化检测并记录,简化了手工测量的繁琐,测量效率高。

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0036] 图1是本发明的检测状态示意图(针对第一种球形封头);

[0037] 图2是本发明的利用移动小车进行检测的状态示意图(针对第二种球形封头);

[0038] 图3是本发明的移动小车的主视图;

[0039] 图4是本发明的移动小车的左视图;

[0040] 图5是本发明的移动小车的俯视图。

[0041] 图中:

[0042] 1…导轨;2…步进电机;3…竖直测距仪;4…水平测距仪;5…底板;6…车罩;7…滚轮;8…齿轮组;9…充电电池组;10…控制主板。

具体实施方式

[0043] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本申请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申请,并不用于限定本申请。

[0044] 参照图1至图2,本发明的一种球形封头形状偏差的测量方法,依次包括如下步骤:

[0045] 1)、将球形封头的端面朝上放置在地面上,使端面与地面平行,并加以支撑固定;

[0046] 2)、沿球形封头的端面的一条中心线选取多个投射位置,球形封头内壁上与各个投射位置竖直对应的为投射点;

[0047] 3)、测量第一个投射点 A_1 与球形封头端面的距离 n_1 ,测量第一个投射点 A_1 对应

投射位置与球形封头端面中心的距离 m_1 ,测算球形封头的半径为 r ;

[0048] 4)、以球形封头的球心为原点建立坐标系,使X轴与所述中心线重合且Y轴竖直向上,则理论球形封头对应圆的方程为

$$[0049] \quad x^2 + y^2 = r^2 \quad \textcircled{1}$$

[0050] 设 $A_1(x_1, y_1)$,理论球形封头上与 A_1 对应的点 $B_1(x'_1, y'_1)$,过点 B_1 的圆的切线

方程为

$$[0051] \quad x'_1 x + y'_1 y = r^2 \quad (2)$$

[0052] 过点 B_1 且垂直于方程(2)所述切线的直线方程为

$$[0053] \quad y = \frac{y'_1}{x'_1} x \quad (3)$$

[0054] 将点 A_1 代入方程(3),得

$$[0055] \quad x'_1 = \frac{x_1}{y_1} y'_1 \quad (4)$$

[0056] 将点 B_1 代入方程(1),得

$$[0057] \quad x'_1{}^2 + y'_1{}^2 = r^2 \quad (5)$$

[0058] 将方程(4)代入方程(5),得

$$[0059] \quad y'_1{}^2 = \frac{y_1{}^2 r^2}{x_1{}^2 + y_1{}^2} \quad (6)$$

[0060] 解关于 y'_1 的一元二次方程(6),因为 y'_1 与 y_1 较为接近,所以取值

$$[0061] \quad y'_1 = \frac{y_1 r}{\sqrt{x_1{}^2 + y_1{}^2}} \quad (7)$$

[0062] 将方程(7)代入方程(4),得

$$[0063] \quad x'_1 = \frac{x_1 r}{\sqrt{y_1{}^2 + x_1{}^2}} \quad (8)$$

[0064] 将投射点 A_1 与对应点 B_1 之间的距离记为 S ,则

$$[0065] \quad S = \sqrt{(x'_1 - x_1)^2 + (y'_1 - y_1)^2} \quad (9)$$

[0066] 若投射点 A_1 在 X 轴负半轴,则

$$[0067] \quad x_1 = -m_1, y_1 = -n_1 \quad (10)$$

[0068] 若投射点 A_1 在 X 轴正半轴,则

$$[0069] \quad x_1 = m_1, y_1 = -n_1 \quad (11)$$

[0070] 5)、通过比较 $|x_1|$ 与 $|x'_1|$ 的大小,确定 A_1 处的凹凸:若 $|x_1| > |x'_1|$,封头外凸;若 $|x_1| < |x'_1|$,封头内凹;将⑦⑧⑩或⑦⑧⑪共同代入⑨后,得出 A_1 处内凹值或外凸值;

例如,图1中 A_1 处 $|x_1| > |x'_1|$,封头外凸; A_2 处 $|x_2| = |x'_2|$,封头正常; A_3 处 $|x_3| < |x'_3|$,封头内凹。

[0071] 6)、采用与步骤3)-5)相同方法依次对剩余所有投射点处的封头凹凸情况进行计算,确定最大内凹值和最大外凸值。

[0072] 实际情况中,封头处于同一高度的各个位置变形相差不多,所以从上述一条中心线进行投射便可得出封头的大致形状,但根据实际需要,如果需要测算的精度更高,也可选择几条中心线进行投射,最后根据所有结果对封头的形状进行模拟推算。另外,根据以上所有投射点、对应点的坐标值及对应的凹凸情况及具体偏差值,可绘制封头实际及理论轮廓图,并标注凹凸情况及具体偏差值,使得测量结果更为直观。

[0073] 上述方法针对的是标准的半球形壳体,对于设有球缺的球形封头,步骤3)中还需测量球缺的高度为 $(h + r)$;步骤4)中,X轴与所述中心线平行,当投射点 A_1 在X轴负半轴时

$x_1 = -m_1$, $y_1 = (-n_1 - h)$,当投射点 A_1 在X轴正半轴时 $x_1 = m_1$,
 $y_1 = (-n_1 - h)$ 。其他与上述方法相同。对于设有直边段的球形封头,步骤3)中还需测

量直边段的高度为 k ;步骤4)中,X轴与所述中心线平行,当投射点 A_1 在X轴负半轴时

$x_1 = -m_1$, $y_1 = (k - n_1)$,当投射点 A_1 在X轴正半轴时 $x_1 = m_1$, $y_1 = (k - n_1)$ 。

[0074] 参照图3-图5,这里给出一种步骤3)的优选测量方案,步骤3)是基于如下装置进行测量的:包括两条导轨1,导轨1与步骤2)中选取的中心线平行,导轨1上滑动安装有移动小车,移动小车内置有驱动其沿导轨1移动的步进电机2,移动小车上集成有一个竖直测距仪3和两个水平测距仪4,竖直测距仪3和水平测距仪4的检测线路皆与步骤2)中选取的中心线处于同一竖直面内,竖直测距仪3向下检测,两个水平测距仪4分别向左右两方向检测。实际操作时,竖直测距仪3检测到的距离即为投射点与封头端面之间的距离;若设两个水平测距仪4检测到的距离分别为 z_1 和 z_2 ,则对应投射点与封头端面中心之间的距离为 $\left(\frac{|z_1 - z_2|}{2}\right)$ 。

[0075] 进一步的,移动小车包括底板5,步进电机2固定于底板5上,底板5上转动安装有滚轮7,滚轮7支撑于导轨1上,步进电机2的输出轴通过齿轮组8与滚轮7传动连接,底板5上还固定有车架,车架外设有车罩6,车罩6向下伸于导轨1下方形成安装部,水平测距仪4和竖直测距仪3皆设于安装部的下侧。

[0076] 更进一步的,所述滚轮7为磁性车轮,在移动小车停止时,磁性车轮可立即吸附于导轨1上停止前行,有效避免了因惯性带来的检测偏差。本领域人员公知的,为与磁性车轮

配合,导轨需采用导磁材料制成。

[0077] 更进一步的,底板5上还固定有充电电池组9和控制主板10,充电电池组9保证移动小车的无线续航,通过控制面板可控制小车具体的行驶动作。

[0078] 实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本申请的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”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,仅是为了便于描述本申请和简化描述,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,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0079] 以上所述仅为本申请的较佳实施例而已,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

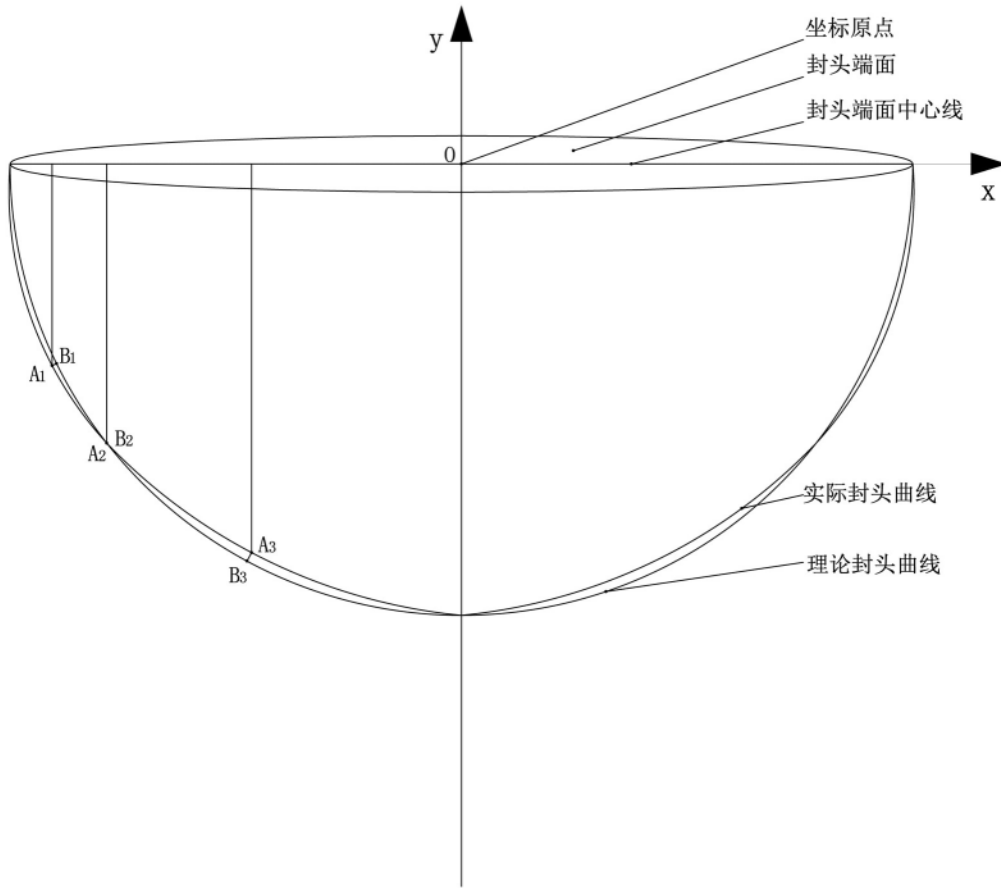


图1

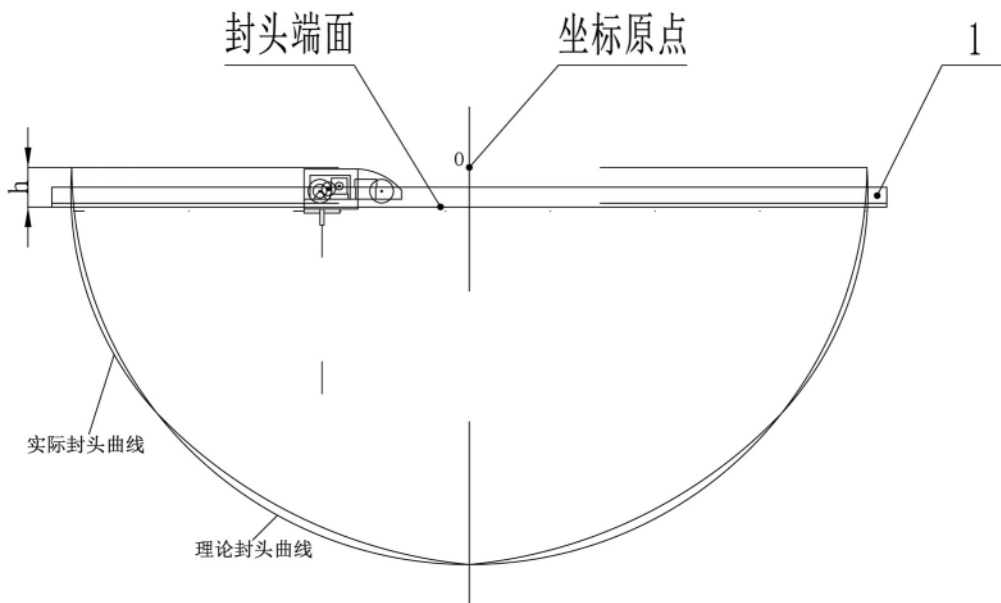


图2

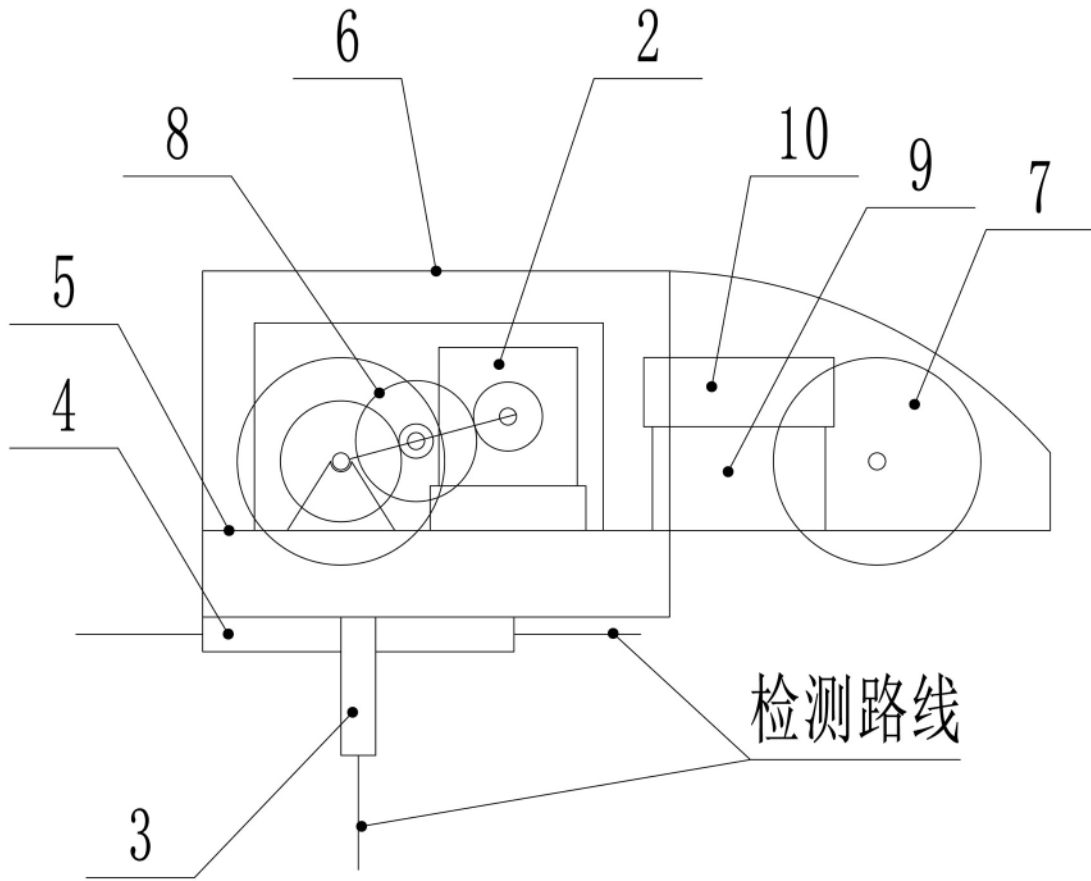


图3

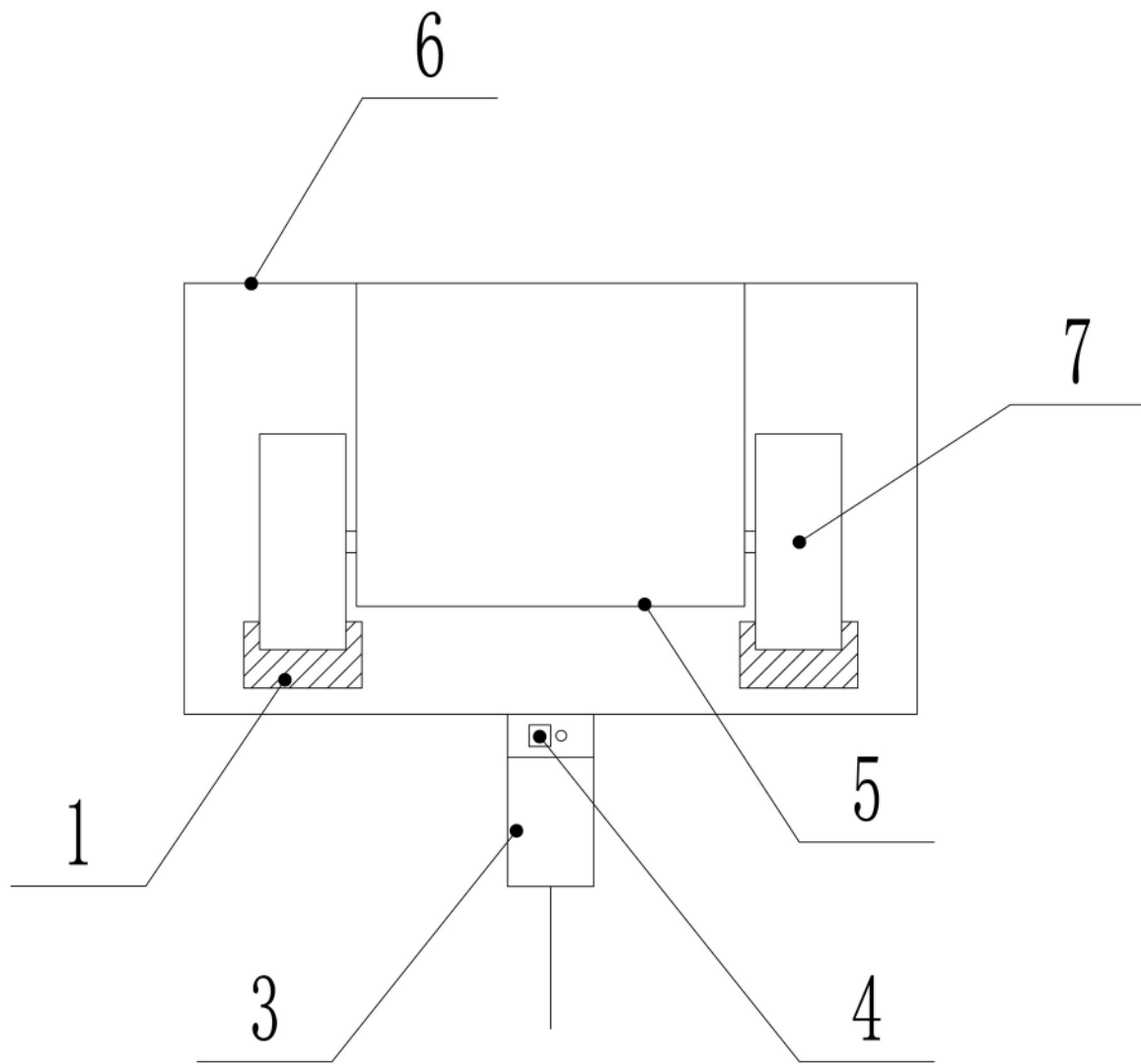


图4

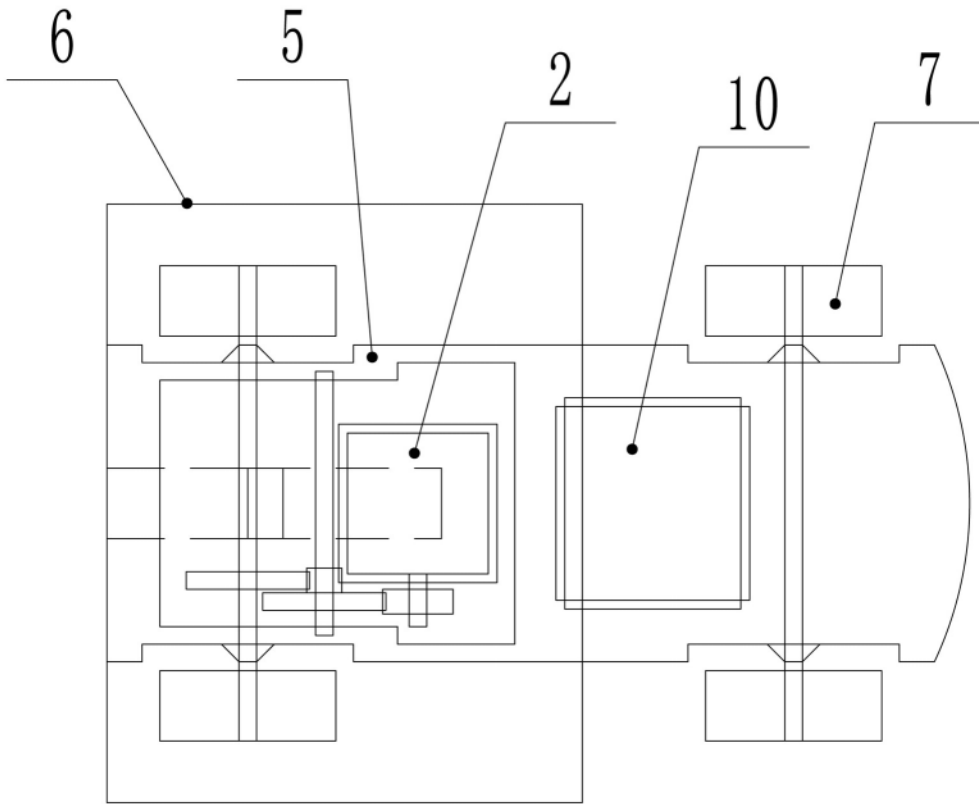


图5