



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109238530 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201811372173.0

(22)申请日 2018.11.16

(71)申请人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72)发明人 王勇 刘鹏 李春风 胡珊珊
刘正士

(74)专利代理机构 安徽省合肥新安专利代理有
限责任公司 34101

代理人 何梅生

(51)Int.Cl.

G01L 1/22(2006.01)

G01L 5/16(2006.01)

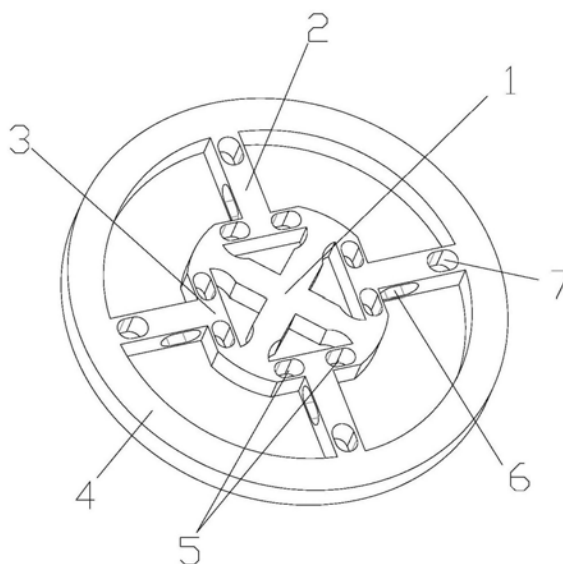
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种六维力传感器的布片测量方法

(57)摘要

本发明公开了一种六维力传感器的布片测量方法,是以中心台为内环,以周向支撑为外环,形成内外环支撑结构;径向梁的内端连接在浮动梁的中部,构成“T”型梁结构;四组“T”型梁中的径向梁在中心台的外围呈“十”字分布,各径向梁的外端连接在周向支撑上,相邻两段浮动梁之间相连接构成呈环状的中心台;本发明在径向梁和浮动梁上设置各通孔及应变片,实现了结构解耦,运用惠斯通全桥电路可实现六维力测量,并能有效避免维间力的相互干扰。



1. 一种六维力传感器的布片测量方法,其特征是:

以中心台(1)为内环、以周向支撑(4)为外环,形成内外环支撑结构;径向梁(2)的内端连接在浮动梁(3)的中部,构成“T”型梁结构;四组“T”型梁中的径向梁(2)在中心台(1)的外围呈“十”字分布,各径向梁(2)的外端连接在周向支撑(4)上,相邻两段浮动梁(3)之间利用连接块相连接构成呈环状的中心台(1);

在所述径向梁(2)和浮动梁(3)上按如下形式设置各通孔及应变片:

在各段浮动梁(3)上,所述通孔是贯通浮动梁(3)的上表面和下表面的竖向浮动梁通孔(5),各段浮动梁(3)中的两个竖向浮动梁通孔(5)是以径向梁(2)为中轴线对称布置在浮动梁(3)的两端,所述应变片是粘贴在每个竖向浮动梁通孔(5)的对称的两个外侧面上的浮动梁应变片;

在所述径向梁(2)上,所述通孔是设置在各段径向梁(2)的内端的横向径向梁通孔(6),和设置在各段径向梁(2)的外端的竖向径向梁通孔(7);

定义:任意一组处在同一直线上的两段径向梁(2)为X向梁,另一组处在同一直线上的两段径向梁(2)为Y向梁,X向梁上横向径向梁通孔(6)为X向梁横向通孔,Y向梁上横向径向梁通孔(6)为Y向梁横向通孔,X向梁上的竖向径向梁通孔(7)为X向梁竖向通孔,Y向梁上的竖向径向梁通孔(7)为Y向梁竖向通孔;设置在所述径向梁(2)上的应变片包括:

贴于各X向梁竖向通孔的对称的两个外侧面上的X向梁竖孔应变片;或是:贴于各Y向梁竖向通孔的对称的两个外侧面上的Y向梁竖孔应变片;

贴于各X向梁横向通孔及各Y向梁横向通孔的对称的两个外侧面、且靠近中心台(1)所在一侧的各径向梁横孔内端应变片;

贴于各X向梁横向通孔及各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面、且靠近周向支撑(4)所在一侧的各径向梁横孔外端应变片。

2. 根据权利要求1所述的六维力传感器的布片测量方法,其特征是:

建立笛卡尔坐标系:坐标原点为中心台(1)的中心点,竖向为Z轴向;

处在X轴正方向的径向梁为第一径向梁(a),与第一径向梁(a)相连接的浮动梁为第一浮动梁(a');处在Y轴正方向上的径向梁为第二径向梁(b),与第二径向梁(b)相连接的浮动梁为第二浮动梁(b');处在X轴负方向上的径向梁为第三径向梁(c),与第三径向梁(c)相连接的浮动梁为第三浮动梁(c');处在Y轴负方向上的径向梁为第四径向梁(d),与第四径向梁(d)相连接的浮动梁为第四浮动梁(d');

各浮动梁应变片分别是:

第一浮动梁(a')上应变片R13、R13'、R14和R14';

第二浮动梁(b')上应变片R21、R21'、R22和R22';

第三浮动梁(c')上应变片R11、R11'、R12和R12';

第四浮动梁(d')上应变片R23、R23'、R24和R24';

所述应变片R13、R14、R21、R22、R11、R12、R23和R24处在竖向浮动梁通孔(5)中的远离中心台(1)的中心一侧,应变片R13'、R14'、R21'、R22'、R11'、R12'、R23'和R24'处在竖向浮动梁通孔(5)中靠近中心台(1)的中心一侧;

利用所述应变片R11、R11'、R12、R12'、R13、R13'、R14和R14'构成第一惠斯通全桥电路,用来获得X轴方向的力 F_x ;

利用所述应变片R21、R21'、R22、R22'、R23、R23'、R24和R24'构成第二惠斯通全桥电路，用来获得Y轴方向的力 F_y 。

3. 根据权利要求2所述的六维力传感器的布片测量方法，其特征是：

所述各径向梁横孔外端应变片粘贴在各X向梁横向通孔和各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面，并处在靠近周向支撑(4)所在一侧的横向通孔外端，分别是：第一径向梁(a)上应变片R32和R32'、第二径向梁(b)上应变片R31和R31'、第三径向梁(c)上应变片R34和R34'，以及第四径向梁(a)上应变片R33和R33'；

所述各径向梁横孔内端应变片粘贴在各X向梁横向通孔和各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面，并处在靠近中心台(1)所在一侧的横向通孔内端，分别是：第一径向梁(a)上应变片R53和R52、第二径向梁(b)上应变片R41和R42、第三径向梁(c)上应变片R51和R54，以及第四径向梁(a)上应变片R43和R44；

所述应变片R32、R53、R31、R41、R34、R51、R33和R43处在径向梁的上表面，应变片R32'、R52、R31'、R42、R34'、R54、R33'和R44'处在径向梁的下表面；

利用所述应变片R31、R31'、R32、R32'、R33、R33'、R34和R34'构成第三惠斯通全桥电路，用来获得Z轴方向的力 F_z ；利用所述应变片R41、R42、R43和R44构成第四惠斯通全桥电路，用来获得X轴方向的力矩 M_x ；利用所述应变片R51、R52、R53和R54构成第五惠斯通全桥电路，用来获得Y轴方向的力矩 M_y 。

4. 根据权利要求2所述的六维力传感器的布片测量方法，其特征是：所述X向梁竖孔应变片分别是：第一径向梁(a)上应变片R63和R64，以及第三径向梁(c)上应变片R61和R62，所述应变片R63、R64、R61和R62均处在X向梁竖孔靠近周向支撑(4)所在一端；利用所述应变片R61、R62、R63和R64构成第六惠斯通全桥电路，用来获得Z轴方向的力矩 M_z 。

5. 根据权利要求2所述的六维力传感器的布片测量方法，其特征是：所述Y向梁竖孔应变片分别是：第二径向梁(b)上应变片R63'和R64'，以及第四径向梁(c)上应变片R61'和R62'；所述应变片R63'、R64'、R61'和R62'均外在Y向梁竖孔靠近周向支撑(4)所在一端，利用所述应变片R61'、R62'、R63'和R64'构成第六惠斯通全桥电路，用来获得Z轴方向的力矩 M_z 。

一种六维力传感器的布片测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于传感器技术领域,更具体地说是可用于测量空间六维力的传感器的布片测量方法。

背景技术

[0002] 多维力传感器是机器人获得与环境之间作用力的重要信息来源。目前已有多方面的多维力传感器的研究,如美国DraPer研究所研制的Waston多维力传感器,中科院合肥智能所和东南大学联合研制的SAFMS型多维力传感器,基于Stewart平台的多维力传感器,黄心汉教授研究的HUST FS6型多维力传感器,德国的Dr.R.Seitner公司设计的二级并联结构型六维力传感器等等。国内外对多维力传感器做了大量的研究,所设计的多维力传感器多种多样,各有不同的优缺点及应用场合,但多维力传感器的解耦、刚度与灵敏度的矛盾等问题还需得到进一步的研究。

[0003] 对于较为复杂的空间受力情况,传感器需要测量多个方向的力,目前,一般采用六维力传感器实现多方向力的测量。但现有的六维力传感器的弹性梁为实心梁结构,导致传感器灵敏度低、维间耦合大、精度低等的问题;此种弹性体受力时,在各弹性梁上产生的应变近似的成线性分布,使得应变无法集中于应变片粘贴的位置。

发明内容

[0004] 本发明是为避免上述现有技术所存在的不足之处,提供一种实现结构解耦的六维力传感器的布片测量方法,通过合理设置梁结构,并合理分布应变片,运用惠斯通全桥电路,实现六维力测量,避免维间力的相互干扰,提高测量精度。

[0005] 本发明为解决技术问题采用如下技术方案:

[0006] 本发明六维力传感器的布片测量方法的特点是:

[0007] 以中心台为内环、以周向支撑为外环,形成内外环支撑结构;径向梁的内端连接在浮动梁的中部,构成“T”型梁结构;四组“T”型梁中的径向梁在中心台的外围呈“十”字分布,各径向梁的外端连接在周向支撑上,相邻两段浮动梁之间利用连接块相连接构成呈环状的中心台;

[0008] 在所述径向梁和浮动梁上按如下形式设置各通孔及应变片:

[0009] 在各段浮动梁上,所述通孔是贯通浮动梁的上表面和下表面的竖向浮动梁通孔,各段浮动梁中的两个竖向浮动梁通孔是以径向梁为中轴线对称布置在浮动梁的两端,所述应变片是粘贴在每个竖向浮动梁通孔的对称的两个外侧面上的浮动梁应变片;

[0010] 在所述径向梁上,所述通孔是设置在各段径向梁的内端的横向径向梁通孔,和设置在各段径向梁的外端的竖向径向梁通孔;

[0011] 定义:任意一组处在同一直线上的两段径向梁为X向梁,另一组处在同一直线上的两段径向梁为Y向梁,X向梁上横向径向梁通孔为X向梁横向通孔,Y向梁上横向径向梁通孔为Y向梁横向通孔,X向梁上的竖向径向梁通孔为X向梁竖向通孔,Y向梁上的竖向径向梁通

孔为Y向梁竖向通孔;设置在所述径向梁上的应变片包括:

[0012] 贴于各X向梁竖向通孔的对称的两个外侧面上的X向梁竖孔应变片;或是:贴于各Y向梁竖向通孔的对称的两个外侧面上的Y向梁竖孔应变片;

[0013] 贴于各X向梁横向通孔及各Y向梁横向通孔的对称的两个外侧面、且靠近中心台所在一侧的各径向梁横孔内端应变片;

[0014] 贴于各X向梁横向通孔及各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面、且靠近周向支撑所在一侧的各径向梁横孔外端应变片。

[0015] 本发明六维力传感器的布片测量方法的特点也在于:建立笛卡尔坐标系:坐标原点为中心台的中心点,竖向为Z轴向;处在X轴正方向的径向梁为第一径向梁,与第一径向梁相连接的浮动梁为第一浮动梁;处在Y轴正方向上的径向梁为第二径向梁,与第二径向梁相连接的浮动梁为第二浮动梁;处在X轴负方向上的径向梁为第三径向梁,与第三径向梁相连接的浮动梁为第三浮动梁;处在Y轴负方向上的径向梁为第四径向梁,与第四径向梁相连接的浮动梁为第四浮动梁;

[0016] 各浮动梁应变片分别是:

[0017] 第一浮动梁上应变片R13、R13'、R14和R14';

[0018] 第二浮动梁上应变片R21、R21'、R22和R22';

[0019] 第三浮动梁上应变片R11、R11'、R12和R12';

[0020] 第四浮动梁上应变片R23、R23'、R24和R24';

[0021] 所述应变片R13、R14、R21、R22、R11、R12、R23和R24处在竖向浮动梁通孔(5)中的远离中心台的中心一侧,应变片R13'、R14'、R21'、R22'、R11'、R12'、R23'和R24'处在竖向浮动梁通孔中靠近中心台的中心一侧;

[0022] 利用所述应变片R11、R11'、R12、R12'、R13、R13'、R14和R14'构成第一惠斯通全桥电路,用来获得X轴方向的力 F_x ;利用所述应变片R21、R21'、R22、R22'、R23、R23'、R24和R24'构成第二惠斯通全桥电路,用来获得Y轴方向的力 F_y 。

[0023] 本发明六维力传感器的布片测量方法的特点也在于:

[0024] 所述各径向梁横孔外端应变片粘贴在各X向梁横向通孔和各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面,并处在靠近周向支撑所在一侧的横向通孔外端,分别是:第一径向梁上应变片R32和R32'、第二径向梁上应变片R31和R31'、第三径向梁上应变片R34和R34',以及第四径向梁上应变片R33和R33';

[0025] 所述各径向梁横孔内端应变片粘贴在各X向梁横向通孔和各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面,并处在靠近中心台所在一侧的横向通孔内端:分别是:第一径向梁上应变片R53和R52、第二径向梁上应变片R41和R42、第三径向梁上应变片R51和R54,以及第四径向梁上应变片R43和R44;

[0026] 所述应变片R32、R53、R31、R41、R34、R51、R33和R43处在径向梁的上表面,应变片R32'、R52、R31'、R42、R34'、R54、R33'和R44'处在径向梁的下表面;

[0027] 利用所述应变片R31、R31'、R32、R32'、R33、R33'、R34和R34'构成第三惠斯通全桥电路,用来获得Z轴方向的力 F_z ;利用所述应变片R41、R42、R43和R44构成第四惠斯通全桥电路,用来获得X轴方向的力矩 M_x ;利用所述应变片R51、R52、R53和R54构成第五惠斯通全桥电路,用来获得Y轴方向的力矩 M_y 。

[0028] 本发明六维力传感器的布片测量方法的特点也在于:为获得Z轴方向的力矩 M_z ,可以是所述X向梁竖孔应变片分别为:第一径向梁上应变片R63和R64,以及第三径向梁上应变片R61和R62,所述应变片R63、R64、R61和R62均处在X向梁竖孔靠近周向支撑所在一端;利用所述应变片R61、R62、R63和R64构成第六惠斯通全桥电路,用来获得Z轴方向的力矩 M_z 。

[0029] 本发明六维力传感器的布片测量方法的特点也在于:为获得Z轴方向的力矩 M_z ,也可以是所述Y向梁竖孔应变片分别为:第二径向梁上应变片R63'和R64',以及第四径向梁上应变片R61'和R62';所述应变片R63'、R64'、R61'和R62'均外在Y向梁竖孔靠近周向支撑所在一端,利用所述应变片R61'、R62'、R63'和R64'构成第六惠斯通全桥电路,用来获得Z轴方向的力矩 M_z 。

[0030] 与已有技术相比,本发明有益效果体现在:

[0031] 1、本发明实现了结构解耦,针对本发明中弹性梁的结构形式,可以在径向梁和浮动梁的不同位置上粘贴应变片,根据力传感器原理,运用惠斯通全桥电路,实现六维力测量,并能有效避免维间力的相互干扰;

[0032] 2、本发明中将用于获得力 F_z 的应变片置于径向梁横孔外端,用于获得力矩 M_x 、 M_y 的应变片置于径向梁横孔内端,可以在保证 F_z 向力测量的分辨力的同时提高力矩 M_x 、 M_y 的测量的分辨力。

[0033] 3、本发明中在各径向梁和浮动梁上开设的通孔,使应变集中在所测区域,竖向径向梁通孔靠近周向支撑设置可在获得较高的检测灵敏度的同时保证传感器的刚度;

[0034] 4、本发明可整体加工,减少重复性误差,其结构简单,易于加工。

附图说明

[0035] 图1为本发明结构示意图;

[0036] 图1a为本发明具体实施方式结构示意图;

[0037] 图2为本发明中各应变片在径向梁和浮动梁的上表面分布示意图;

[0038] 图3为本发明中各应变片在径向梁和浮动梁的下表面分布示意图;

[0039] 图4为本发明另一结构形式示意图;

[0040] 图中标号:1中心台,2径向梁,3浮动梁,4周向支撑,5竖向浮动梁通孔,6横向径向梁通孔,7竖向径向梁通孔,8定位孔。

具体实施方式

[0041] 参见图1、图1a和图4,本实施例中六维力传感器的布片测量方法是:

[0042] 设置六维力传感器,是以中心台1为内环、以周向支撑4为外环,形成内外环支撑结构;径向梁2的内端连接在浮动梁3的中部,构成“T”型梁结构;四组“T”型梁中的径向梁2在中心台1的外围呈“十”字分布,各径向梁2的外端连接在周向支撑4上,相邻两段浮动梁3之间利用连接块相连接构成呈环状的中心台1;为了进行定位安装,在周向支撑和各连接块上分别设置有定位孔8。

[0043] 本实施例中,在径向梁2和浮动梁3上按如下形式设置各通孔及应变片:

[0044] 如图1和图4所示,在各段浮动梁3上,通孔是贯通浮动梁3的上表面和下表面的竖向浮动梁通孔5,各段浮动梁3中的两只竖向浮动梁通孔5是以径向梁2为中轴线对称布置在

浮动梁3的两端,应变片是粘贴在每只竖向浮动梁通孔5的对称的两个外侧面上的浮动梁应变片,浮动梁应变片共16片;在径向梁2上,通孔是设置在各段径向梁2的内端的横向径向梁通孔6和设置在各段径向梁2的外端的竖向径向梁通孔7。

[0045] 如图3和图4所示,定义:任意一组处在同一直线上的两段径向梁2为X向梁,另一组处在同一直线上的两段径向梁2为Y向梁,X向梁上横向径向梁通孔6为X向梁横向通孔,Y向梁上横向径向梁通孔6为Y向梁横向通孔,X向梁上的竖向径向梁通孔7为X向梁竖向通孔,Y向梁上的竖向径向梁通孔7为Y向梁竖向通孔;设置在径向梁2上的应变片包括:

[0046] 贴于各X向梁竖向通孔的对称的两个外侧面上的X向梁竖孔应变片,X向梁竖孔应变片共四片;或是:贴于各Y向梁竖向通孔的对称的两个外侧面上的Y向梁竖孔应变片,Y向梁竖孔应变片共四片。

[0047] 贴于各X向梁横向通孔及各Y向梁横向通孔的对称的两个外侧面、且靠近中心台1所在一侧的各径向梁横孔内端应变片,径向梁横孔内端应变片共八片。

[0048] 贴于各X向梁横向通孔及各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面、且靠近周向支撑4所在一侧的各径向梁横孔外端应变片,径向梁横孔外端应变片共八片。

[0049] 具体实施中,建立笛卡尔坐标系:坐标原点为中心台1的中心点,竖向为Z轴向;并有:

[0050] 处在X轴正方向的径向梁为第一径向梁a,与第一径向梁a相连接的浮动梁为第一浮动梁a';处在Y轴正方向上的径向梁为第二径向梁b,与第二径向梁b相连接的浮动梁为第二浮动梁b';处在X轴负方向上的径向梁为第三径向梁c,与第三径向梁c相连接的浮动梁为第三浮动梁c';处在Y轴负方向上的径向梁为第四径向梁d,与第四径向梁d相连接的浮动梁为第四浮动梁d';

[0051] 各浮动梁应变片分别是:第一浮动梁a'上应变片R13、R13'、R14和R14';第二浮动梁b'上应变片R21、R21'、R22和R22';第三浮动梁c'上应变片R11、R11'、R12和R12';第四浮动梁d'上应变片R23、R23'、R24和R24';其中,应变片R13、R14、R21、R22、R11、R12、R23和R24处在竖向浮动梁通孔5中的远离中心台1的中心一侧,应变片R13'、R14'、R21'、R22'、R11'、R12'、R23'和R24'处在竖向浮动梁通孔5中靠近中心台1的中心一侧;利用应变片R11、R11'、R12、R12'、R13、R13'、R14和R14'构成第一惠斯通全桥电路,用来获得X轴方向的力 F_x ;利用应变片R21、R21'、R22、R22'、R23、R23'、R24和R24'构成第二惠斯通全桥电路,用来获得Y轴方向的力 F_y 。

[0052] 具体实施中,各径向梁横孔外端应变片粘贴在各X向梁横向通孔和各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面,并处在靠近周向支撑4所在一侧的横向通孔外端,分别是:第一径向梁a上应变片R32和R32'、第二径向梁b上应变片R31和R31'、第三径向梁c上应变片R34和R34',以及第四径向梁a上应变片R33和R33';各径向梁横孔内端应变片粘贴在各X向梁横向通孔和各Y向梁横向通孔的对称的上表面和下表面,并处在靠近中心台1所在一侧的横向通孔内端:分别是:第一径向梁a上应变片R53和R52、第二径向梁b上应变片R41和R42、第三径向梁c上应变片R51和R54,以及第四径向梁a上应变片R43和R44;其中,应变片R32、R53、R31、R41、R34、R51、R33和R43处在径向梁的上表面,应变片R32'、R52、R31'、R42、R34'、R54、R33'和R44'处在径向梁的下表面;利用应变片R31、R31'、R32、R32'、R33、R33'、R34和R34'构成第三惠斯通全桥电路,用来获得Z轴方向的力 F_z ;利用应变片R41、R42、R43和R44构

成第四惠斯通全桥电路,用来获得X轴方向的力矩 M_x ;利用应变片R51、R52、R53和R54构成第五惠斯通全桥电路,用来获得Y轴方向的力矩 M_y ;

[0053] 为获得Z轴方向的力矩 M_z ,将X向梁竖孔应变片设置为:第一径向梁a上应变片R63和R64,以及第三径向梁c上应变片R61和R62,应变片R63、R64、R61和R62均处在X向梁竖孔靠近周向支撑4所在一端;利用应变片R61、R62、R63和R64构成第六惠斯通全桥电路,以此获得Z轴方向的力矩 M_z 。

[0054] 为了获得Z轴方向的力矩 M_z ,也可以是将Y向梁竖孔应变片设置为:第二径向梁b上应变片R63'和R64',以及第四径向梁c上应变片R61'和R62';应变片R63'、R64'、R61'和R62'均外在Y向梁竖孔靠近周向支撑4所在一端,利用应变片R61'、R62'、R63'和R64'构成第六惠斯通全桥电路,以此获得Z轴方向的力矩 M_z 。

[0055] 图4所示,将周向支撑4设置为筒状体,以其筒状体的形式适应不同的应用场合。

[0056] 本发明在浮动梁上开设通孔,其在实现浮动梁的作用的同时,对于其它方向力或力矩的测量影响较小;当加载 F_x 的作用力时,应力集中于孔的两侧,此时的Y向应变较大,因此在相应位置上粘贴测量Y向应变的应变片,能够较准确地测量出加载力的大小;当加载 F_y 的作用力时,其原理与加载 F_x 的作用力相同,应力集中于孔的两侧,此时的X向应变较大,因此在相应位置上粘贴测量X向应变的应变片;当加载 F_z 的作用力时,应变片布置于径向梁的上表面和下表面,在径向梁上打孔,使梁变形得到集中;而径向梁上测量 F_z 时是测量X向或Y向的应变,因此,此处打孔方向是沿Y轴或X轴向开设的横向通孔,在横向通孔的上表面和下表面贴应变片;当加载 M_x 的力矩时,应变片布置于径向梁的上表面和下表面,测量原理与加载 F_z 的作用力相同,而径向梁上测量 M_x 力矩时是测量Y向的应变,在相应位置处横孔的上表面和下表面粘贴测Y向应变的应变片;当加载 M_y 的力矩时,测量原理与加载 M_x 的力矩时相同,不同的是径向梁上测量 M_y 力矩时是测量X向的应变,相应位置处的横孔的上表面和下表面贴有测X向应变的应变片;当加载 M_z 的力矩时,径向梁的变形主要是在其侧面的弯曲变形,应变片布置于径向梁的侧面,为使应力集中,在径向梁上沿Z轴向打竖向孔,在竖向孔的两侧粘贴测量X或Y向应变的应变片。

[0057] 本发明设置工字梁结构,增加传感器刚度的同时提高了动态性能;在径向梁上打孔,提高了传感器测量的灵敏度;在各径向梁和浮动梁上设置通孔,在施加载荷时,应变集中于通孔两侧,在应变集中的位置粘贴应变片,其中测量施加力 F_x 、 F_y 和 F_z 所产生的应变时,分别使用8个应变片,测量施加扭矩 M_x 、 M_y 、 M_z 所产生的应变时,各使用4个应变片,共计36片应变片。应变片在各通孔的两侧面对称布置;并通过合理的全桥电路连接原理,实现传感器理论上的解耦,同时可使得该传感器获得较高的分辨率。

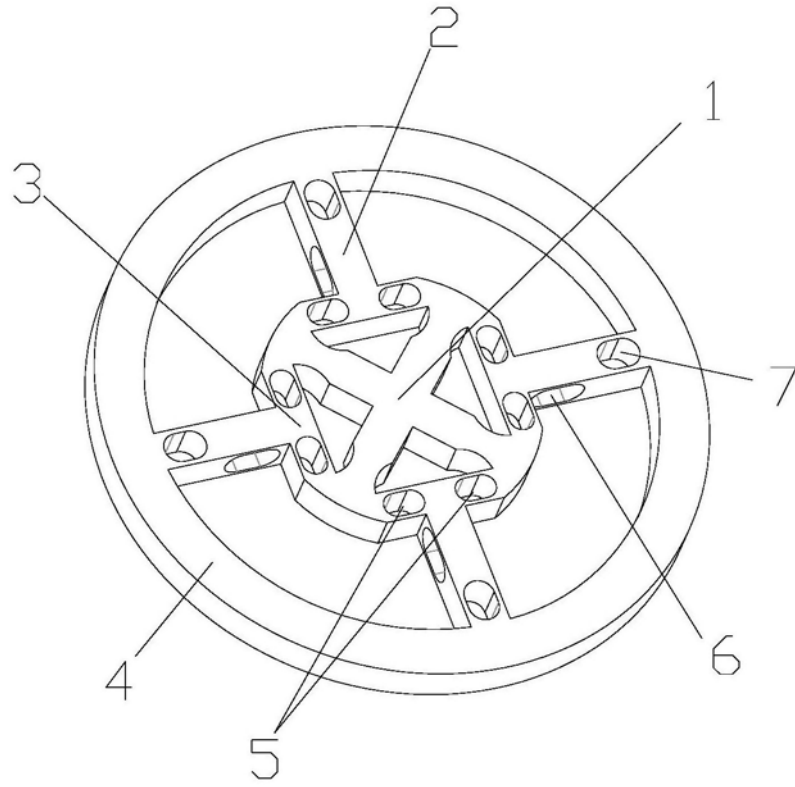


图1

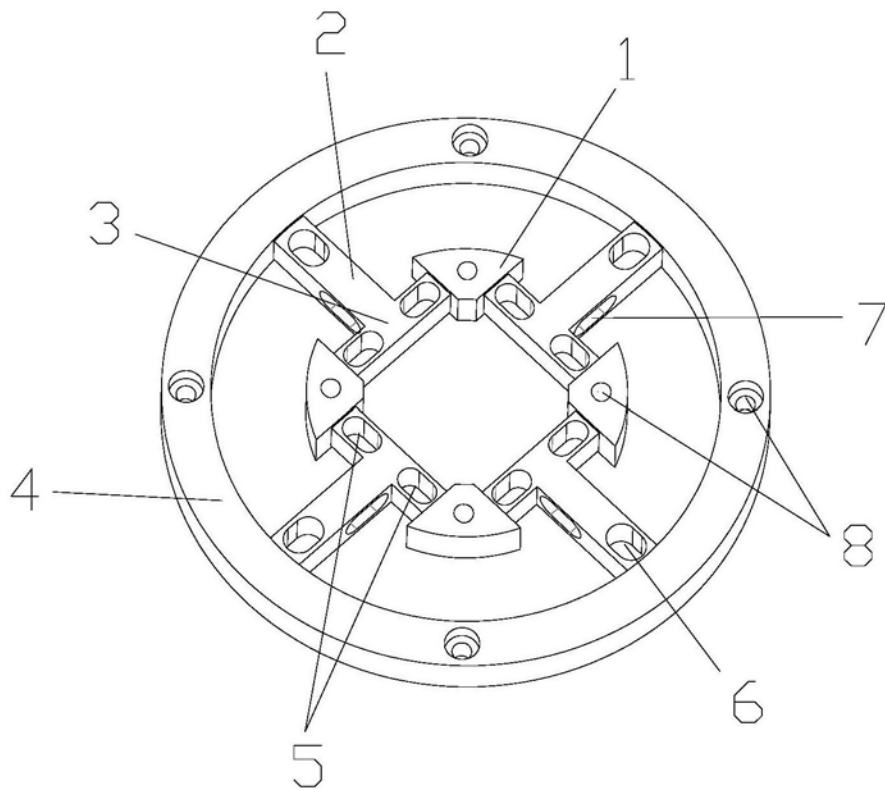


图1a

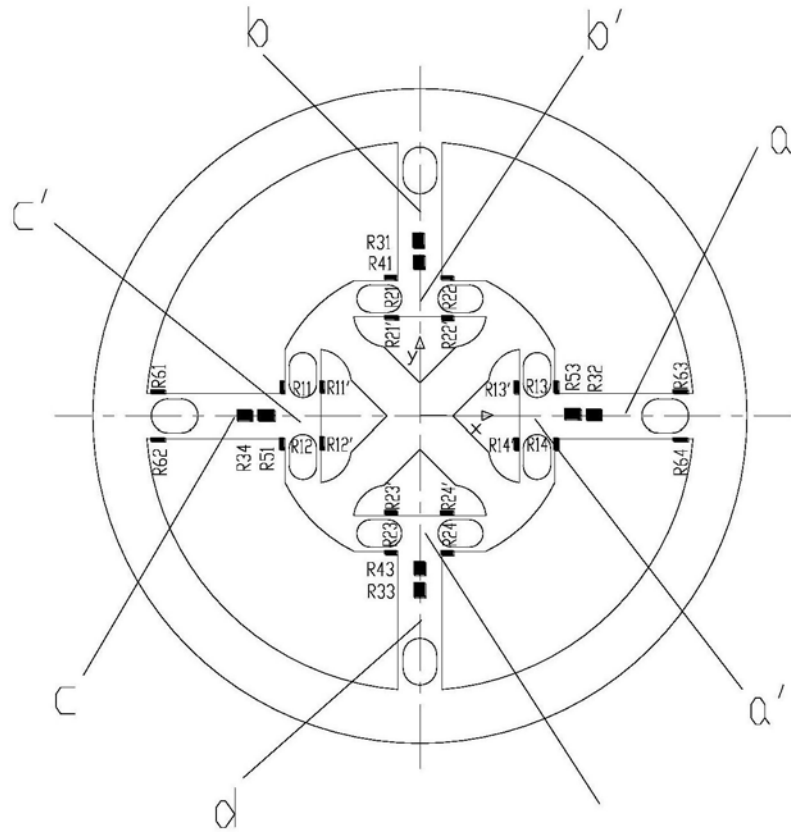


图2

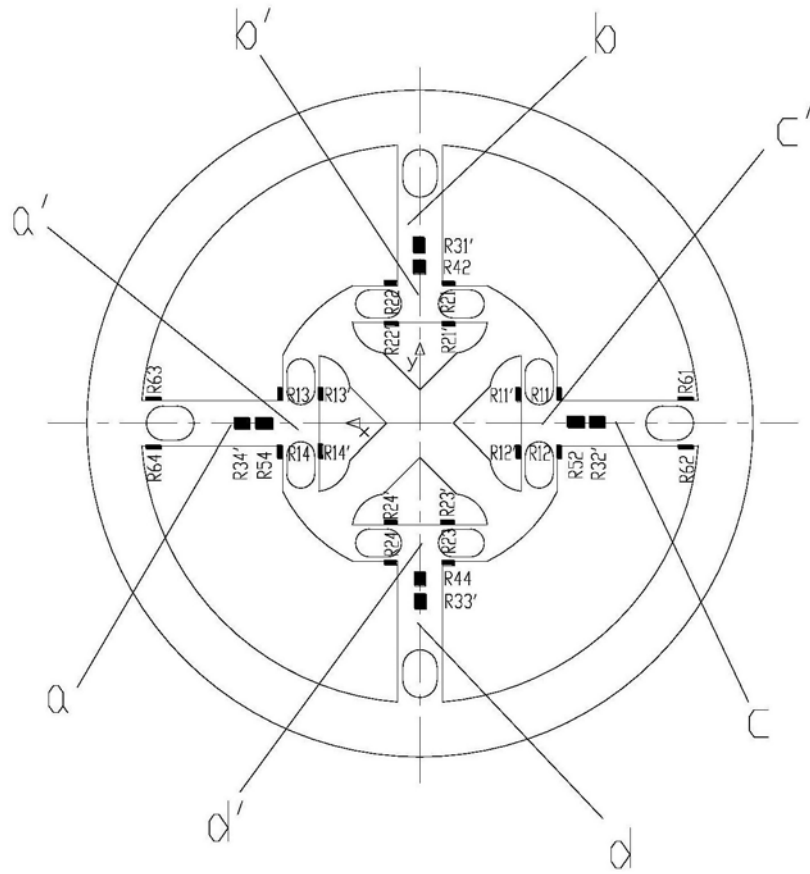


图3

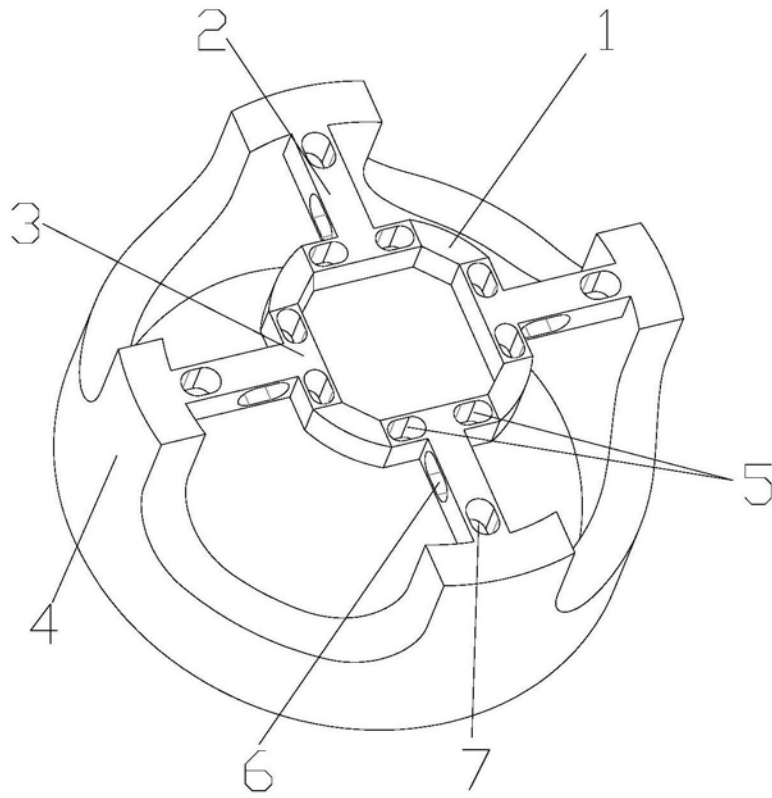


图4