



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103900523 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201410155838. 8

CN 103266588 A, 2013. 08. 28,

(22) 申请日 2014. 04. 17

JP 特开 2001-241946 A, 2001. 09. 07,

(73) 专利权人 上海江南长兴重工有限责任公司
地址 201913 上海市崇明县长兴乡江南大道
1888 号

EP 1083141 A2, 2000. 09. 07,
金燕子. 液罐吊装技术分析及实施. 《船舶》. 2004,

审查员 张卫芳

(72) 发明人 张文真 刘保华 姜旭枫 鲍恩达
常志军 钟毅 胡璐

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所 31219
代理人 雷绍宁

(51) Int. Cl.
G01B 21/32(2006. 01)

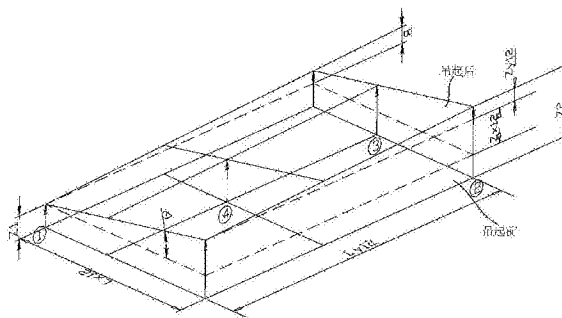
(56) 对比文件
CN 1970388 A, 2007. 05. 30,
JP 特开平 7-237886 A, 1995. 09. 12,

权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称
液罐吊装变形测量方法

(57) 摘要

本发明提供一种液罐吊装变形测量方法, 包括: 在液罐底部设置四个以上测量点; 在任意水平平面坐标系上确定各测量点之间的横向和纵向距离; 待液罐吊起一定高度并稳定后, 使用测量仪器测量出各测量点的实际吊起高度; 选取不在同一直线上的三个测量点为第一基点、第二基点以及第三基点, 设在所述三个基点上理论吊起高度等于实际吊起高度, 并以公式 $\tan A = Z_{x12} / L_{x12}$ 、 $\tan B = Z_{y12} / L_{y12}$ 、 $Z_2 = Z_1 + Z_{x12} + Z_{y12}$ 、 $\tan A = Z_{x13} / L_{x13}$ 、 $\tan B = Z_{y13} / L_{y13}$ 、 $Z_3 = Z_1 + Z_{x13} + Z_{y13}$ 计算出相对于第一基点的横向倾斜夹角正切值和纵向倾斜夹角正切值, 以公式 $Z_n = Z_1 + \tan A * L_{x1n} + \tan B * L_{y1n}$ 计算出其他测量点的理论吊起高度; 将各测量点的实际吊起高度减去理论吊起高度得到各测量点的变形量。由本发明得到的变形量与实际变形量接近, 且计算过程简单。



1. 一种液罐吊装变形测量方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一,在液罐底部设置四个以上测量点;

步骤二,在任意水平平面坐标系上确定各测量点之间的横向和纵向距离;

步骤三,待液罐吊起一定高度并稳定后,使用测量仪器测量出各测量点的实际吊起高度H;

步骤四,选取在所述水平平面坐标系上不在同一直线上的三个测量点为第一基点(1)、第二基点(2)以及第三基点(3),设在所述三个基点上理论吊起高度Z等于实际吊起高度H,并根据所述三个基点之间的横向和纵向距离以及各自的实际吊起高度以公式 $\tan A = Z_{x12}/L_{x12}$ 、 $\tan B = Z_{y12}/L_{y12}$ 、 $Z_2 = Z_1 + Z_{x12} + Z_{y12}$ 、 $\tan A = Z_{x13}/L_{x13}$ 、 $\tan B = Z_{y13}/L_{y13}$ 、 $Z_3 = Z_1 + Z_{x13} + Z_{y13}$ 计算出相对于第一基点(1)的横向倾斜夹角正切值 $\tan A$ 和纵向倾斜夹角正切值 $\tan B$,根据所述横向倾斜夹角的正切值 $\tan A$ 和所述纵向倾斜夹角的正切值 $\tan B$ 以公式 $Z_n = Z_1 + \tan A * L_{x1n} + \tan B * L_{y1n}$ 或 $Z_n = Z_2 + \tan A * L_{x2n} + \tan B * L_{y2n}$ 或 $Z_n = Z_3 + \tan A * L_{x3n} + \tan B * L_{y3n}$ 计算出其他测量点的理论吊起高度Z;

步骤五,将各测量点的实际吊起高度H减去理论吊起高度Z得到各测量点的变形量;

其中 Z_{x12} 表示第二基点相对于第一基点(1)的横向倾斜值, L_{x12} 表示第一、第二基点(1、2)间的横向距离, Z_{y12} 表示第二基点(2)相对于第一基点(1)的纵向倾斜值, L_{y12} 表示第一、第二基点(1、2)间的纵向距离, Z_1 、 Z_2 、 $Z_3 \dots Z_n$ 表示每个基点的理论吊起高度, Z_{x13} 表示第三基点(3)相对于第一基点(1)的横向倾斜值, L_{x13} 表示第一、第三基点(1、3)间的横向距离, Z_{y13} 表示第三基点(3)相对于第一基点(1)的纵向倾斜值, L_{y13} 表示第一、第三基点(1、3)间的纵向距离, L_{x1n} 表示第一基点(1)、第n基点间的横向距离, L_{y1n} 表示第一基点(1)、第n基点间的纵向距离, L_{x2n} 表示第二基点(2)、第n基点间的横向距离, L_{y2n} 表示第二基点(2)、第n基点间的纵向距离, L_{x3n} 表示第三基点(3)、第n基点间的横向距离, L_{y3n} 表示第三基点(3)、第n基点间的纵向距离。

2. 根据权利要求1所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:

在步骤二中,事先选取一个测量点为第一基点,并仅测量其他测量点与所述第一基点之间的横向和纵向距离。

3. 根据权利要求1所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:

在步骤四中,选取与所述第一基点的纵向距离为零的测量点为第二基点,选取与所述第一基点的横向距离为零的测量点为第三基点,其中,横向倾斜夹角正切值 $\tan A$ 和纵向倾斜夹角正切值 $\tan B$ 的计算公式被简化为 $\tan A = (Z_2 - Z_1)/L_{x12}$ 、 $\tan B = (Z_3 - Z_1)/L_{y13}$ 。

4. 根据权利要求1所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:

在步骤一中,所述各测量点在吊起前均位于同一水平面上,且将测量点设置为N1排以及N2列,N1和N2的值均大于或等于2,且N1和N2的乘积等于测量点总数;

在步骤二中,以将沿排和列的方向分别设为横向和纵向的方式设置一水平平面坐标系,并通过测量各个测量点之间的距离以确定横向和纵向距离;

在步骤四中,选取与所述第一基点同排的一个测量点为第二基点,选取与所述第一基点同列的一个测量点为第三基点,其中,理论吊起高度Z的计算公式被简化为 $Z_n = Z_1 + (Z_2 - Z_1)/L_{12} * L_{x1n} + (Z_3 - Z_1)/L_{13} * L_{y1n}$ 或 $Z_n = Z_2 + (Z_2 - Z_1)/L_{12} * L_{x2n} + (Z_3 - Z_1)/L_{13} * L_{y2n}$ 或 $Z_n = Z_3 + (Z_2 - Z_1)/L_{12} * L_{x3n} + (Z_3 - Z_1)/L_{13} * L_{y3n}$ 。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:所述横向为液罐的宽度方向,所述纵向为液罐的长度方向。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:所述第二基点(2)为与第一基点(1)相比具有最大横向距离的测量点,第三基点(3)为与第一基点(1)相比具有最大纵向距离的测量点。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:所述测量点分别位于液罐底部的垂直支撑鞍座、纵向限位鞍座以及横向限位鞍座。

8. 根据权利要求1至4中任一项所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:所述测量仪器为全站仪。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:所述各测量点在吊起前均位于同一水平面上。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的液罐吊装变形测量方法,其特征在于:将步骤二和步骤三中得到的数据输入掌上电脑,并在所述掌上电脑进行步骤四和步骤五中的计算。

液罐吊装变形测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液罐吊装变形测量方法,特别是涉及一种用于液化石油气船的液罐吊装变形测量方法。

背景技术

[0002] 目前VLGC(大型液化石油气船)建造正向大型化发展,国内正在逐步承接建造超大型液化石油气船,但是在超大型液化石油气船的液罐建造和吊装的经验上均属空白,我国船厂尚与世界先进造船厂存在较大的差距。为了能在激烈的市场竞争中赢得主动,获得可持续发展的空间,就必须提升船舶建造工艺水平,传统的造船技术和理念必须革新。为了建造超大型液化石油气船,建造工艺不能停留于传统工艺生产水平,应着眼于提升效率,并建立科学、现代的施工工艺,改善生产水平,为我国船舶建造企业能够在激烈的市场竞争中立于不败之地,奠定坚实基础。

[0003] 83K VLGC液罐作为液化石油气船的重要载体,其底部鞍座与船的内底鞍座进行匹配,其中液罐吊装变形量直接影响液罐与船的内底鞍座之间的匹配间隙,以及内部环氧量厚度。目前针对液罐吊装变形一般是采用软件模拟的方式计算出一个变形量。但是液罐是否吊装变形与液罐结构设计、重量、重心、材质、吊装形式和焊接应力有很大关系。例如,有些液罐成型后整体重量大约1400T,用两台800T龙门吊双排吊钩同时吊装,此时对吊装变形有影响的因素有:液罐结构相对较弱,重量较大,重心在罐体中心线上,钢板材质为低温钢,吊马分布在液罐顶部两侧的止浮装置上,罐体结构形式和结构焊接应力等。其中大多数因素可以通过软件模拟来进行计算,但由未知因素和外部因素等引起的吊装变形是无法通过软件模拟来计算的。液罐变形的大小决定液罐与船体双层底上的鞍座是否能与期模拟数据实际匹配完好,所以必须考虑现场情况来确定液罐吊装实际变形量。但现有的模拟计算方法无法充分考虑到每次吊装时的实际现场情况,因此其模拟计算结果与实际变形量相差较大,而且整个模拟计算过程非常复杂,模拟计算机软件的开发成本也很高。

发明内容

[0004] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明要解决的技术问题在于提供一种液罐吊装变形测量方法,用于克服现有技术的上述缺陷。

[0005] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种液罐吊装变形测量方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤一,在液罐底部设置四个以上测量点;

[0007] 步骤二,在任意水平平面坐标系上确定各测量点之间的横向和纵向距离;

[0008] 步骤三,待液罐吊起一定高度并稳定后,使用测量仪器测量出各测量点的实际吊起高度;

[0009] 步骤四,选取在所述水平平面坐标系上不在同一直线上的三个测量点为第一基点、第二基点以及第三基点,设在所述三个基点上理论吊起高度等于实际吊起高度,并根据

所述三个基点之间的横向和纵向距离以及各自的实际吊起高度以公式 $\tan A=Zx12/Lx12$ 、 $\tan B=Zy12/Ly12$ 、 $Z2=Z1+Zx12+Zy12$ 、 $\tan A=Zx13/Lx13$ 、 $\tan B=Zy13/Ly13$ 、 $Z3=Z1+Zx13+Zy13$ 计算出相对于第一基点的横向倾斜夹角正切值和纵向倾斜夹角正切值,根据所述横向倾斜夹角的正切值和所述纵向倾斜夹角的正切值以公式 $Zn=Z1+\tan A*Lx1n+\tan B*Ly1n$ 或 $Zn=Z2+\tan A*Lx2n+\tan B*Ly2n$ 或 $Zn=Z3+\tan A*Lx3n+\tan B*Ly3n$ 计算出其他测量点的理论吊起高度;

[0010] 步骤五,将各测量点的实际吊起高度减去理论吊起高度得到各测量点的变形量。

[0011] 优选地,在步骤二中,事先选取一个测量点为第一基点,并仅测量其他测量点与所述第一基点之间的横向和纵向距离。

[0012] 优选地,在步骤四中,选取与所述第一基点的纵向距离为零的测量点为第二基点,选取与所述第一基点的横向距离为零的测量点为第三基点,其中,横向倾斜夹角正切值和纵向倾斜夹角正切值的计算公式被简化为 $\tan A=(Z2-Z1)/Lx12$ 、 $\tan B=(Z3-Z1)/Ly13$ 。

[0013] 优选地,在步骤一中,所述各测量点在吊起前均位于同一水平面上,且将测量点设置为N1排以及N2列,N1和N2的值均大于或等于2,且N1和N2的乘积等于测量点总数;在步骤二中,以将沿排和列的方向分别设为横向和纵向的方式设置一水平平面坐标系,并通过测量各个测量点之间的距离以确定横向和纵向距离;在步骤四中,选取与所述第一基点同排的一个测量点为第二基点,选取与所述第一基点同列的一个测量点为第三基点,其中,理论吊起高度的计算公式被简化为 $Zn=Z1+(Z2-Z1)/L12*Lx1n+(Z3-Z1)/L13*Ly1n$ 或 $Zn=Z2+(Z2-Z1)/L12*Lx2n+(Z3-Z1)/L13*Ly2n$ 或 $Zn=Z3+(Z2-Z1)/L12*Lx3n+(Z3-Z1)/L13*Ly3n$ 。

[0014] 优选地,所述横向为液罐的宽度方向,所述纵向为液罐的长度方向。

[0015] 优选地,所述第二基点为与第一基点相比具有最大横向距离的测量点,第三基点为与第一基点相比具有最大纵向距离的测量点。

[0016] 优选地,所述测量点分别位于液罐底部的垂直支撑鞍座、纵向限位鞍座以及横向限位鞍座。

[0017] 优选地,所述测量仪器为全站仪。

[0018] 优选地,所述各测量点在吊起前均位于同一水平面上。

[0019] 优选地,将步骤二和步骤三中得到的数据输入掌上电脑,并在所述掌上电脑进行步骤四和步骤五中的计算。

[0020] 如上所述,本发明的液罐吊装变形测量方法,由于是根据实际测量结果计算出的,因此得到的变形量与实际变形量相对接近,而且计算过程简单且方便快捷,由于无需使用专门模拟软件,因此节约软件开发或购买成本。

附图说明

[0021] 图1为本发明实施例1中液罐吊装变形测量方法的原理示意图。

[0022] 图2为本发明实施例2中液罐吊装变形测量方法的原理示意图。

[0023] 图3为本发明实施例3中使用全站仪测量各测量点的实际吊起高度时的示意图。

[0024] 图4为本发明实施例3中测量测量点的实际吊起高度的原理示意图。

具体实施方式

[0025] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明

书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。

[0026] 须知,本说明书所附图式所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”及“一”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0027] 本发明提供一种液罐吊装变形测量方法,该方法包括以下步骤:

[0028] 步骤一,在液罐底部设置四个以上测量点;

[0029] 步骤二,在任意水平平面坐标系上确定各测量点之间的横向和纵向距离;

[0030] 步骤三,待液罐吊起一定高度并稳定后,使用测量仪器测量出各测量点的实际吊起高度H;

[0031] 步骤四,选取在所述水平平面坐标系上不在同一直线上的三个测量点为第一基点(测量点1)、第二基点(测量点2)以及第三基点(测量点3),设在所述三个基点上理论吊起高度Z等于实际吊起高度H,并根据所述三个基点之间的横向和纵向距离以及各自的实际吊起高度以公式 $\tan A = Z_{x12}/L_{x12}$ 、 $\tan B = Z_{y12}/L_{y12}$ 、 $Z_2 = Z_1 + Z_{x12} + Z_{y12}$ 、 $\tan A = Z_{x13}/L_{x13}$ 、 $\tan B = Z_{y13}/L_{y13}$ 、 $Z_3 = Z_1 + Z_{x13} + Z_{y13}$ 计算出相对于第一基点的横向倾斜夹角正切值 $\tan A$ 和纵向倾斜夹角正切值 $\tan B$,根据所述横向倾斜夹角的正切值 $\tan A$ 和所述纵向倾斜夹角的正切值 $\tan B$ 以公式 $Z_n = Z_1 + \tan A * L_{x1n} + \tan B * L_{y1n}$ 或 $Z_n = Z_2 + \tan A * L_{x2n} + \tan B * L_{y2n}$ 或 $Z_n = Z_3 + \tan A * L_{x3n} + \tan B * L_{y3n}$ 计算出其他测量点的理论吊起高度Z;

[0032] 步骤五,将各测量点的实际吊起高度H减去理论吊起高度Z得到各测量点的变形量。

[0033] 根据本发明的液罐吊装变形测量方法得到的变形量,由于是根据实际测量结果计算出的,因此得到的变形量与实际变形量相对接近,而且计算过程简单快捷。

[0034] 实施例一

[0035] 参考图1对设置四个测量点时的情况进行具体说明。

[0036] 此时的液罐吊装变形测量方法如下:

[0037] 步骤一,在液罐底部设置1、2、3、4共四个测量点,该四个测量点均位于同一水平面上。

[0038] 步骤二,任意设置一水平XY平面坐标系,将X轴方向为横向,将Y轴方向为纵向,确定各测量点1、2、3、4之间的横向和纵向距离。为了节约工作量可以事先选取测量点1为第一基点,并仅测量其他测量点2、3、4与所述第一基点1之间的横向距离 L_{x12} 、 L_{x13} 、 L_{x14} 和纵向距离 L_{y12} 、 L_{y13} 、 L_{y14} 。优选所述的横向为液罐的宽度方向,纵向为液罐的长度方向;进一步优选以液罐的前方方向为纵向正方向,以液罐的右方方向为横向正方向。

[0039] 所述各测量点1、2、3、4之间的横向和纵向距离可以使用全站仪进行确认,即,用全站仪建立一个水平XY平面坐标系,测出各测量点1、2、3、4在该坐标系上的平面坐标 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 、 (X_4, Y_4) ,通过计算得到各测量点1、2、3、4之间的横向和纵向距离,例如 $L_{x12} = X_2 - X_1$, $L_{y12} = Y_2 - Y_1$ 。

[0040] 步骤三,待液罐吊起100~300mm高度并稳定后(一般要求横向以及纵向移动量 \leq 200mm,晃动越大,则误差越大),使用测量仪器如全站仪测量出各测量点的实际吊起高度H1、H2、H3、H4。

[0041] 步骤四,选取不在同一直线上的1、2、3三个测量点为第一基点、第二基点以及第三基点,根据所述三个基点的横向和纵向距离以及实际吊起高度以公式计算出测量点4的理论吊起高度Z4。

[0042] 所述计算公式如下:

[0043] 假设在所述三个基点上理论吊起高度Z等于实际吊起高度H,即

[0044] $Z1=H1$ 、 $Z2=H2$ 、 $Z3=H3$

[0045] 其中,将吊起前各测量点所在水平面为吊起前基准面,将由吊起后各测量点所定义的平面为吊起后基准面;理论吊起高度Z为假设测量点不做XY向运动(即X、Y坐标不变)而仅做向上(高度方向)运动时从吊起前基准面移动到吊起后基准面时的高度。

[0046] 如图1所述,角A为吊起前基准面以及吊起后基准面之间的横向倾斜夹角,角B为吊起前基准面以及吊起后基准面之间的纵向倾斜夹角,从而基点2的吊起高度Z2可以被分解为基点1的吊起高度Z1、相对于基点1的横向倾斜值Zx12以及纵向倾斜值Zy12之和,而且tanA等于Zx12与Lx12的比值,tanB等于Zy12与Ly12的比值,具体如下:

[0047] $\tan A=Zx12/Lx12$ 、 $\tan B=Zy12/Ly12$ 、 $Z2=Z1+Zx12+Zy12$

[0048] 同理 $\tan A=Zx13/Lx13$ 、 $\tan B=Zy13/Ly13$ 、 $Z3=Z1+Zx13+Zy13$

[0049] 其中,Lx12、Ly12、Lx13、Ly13、Z1=H1、Z2=H2、Z3=H3均为已知,因此通过解六元一次方程不难计算出tanA和tanB。

[0050] 需要说明的是,图1中的测量点2、3、4均位于第一基点1的横向以及纵向的正方向上,因此Lx12、Lx13、Lx14,Ly12、Ly13、Ly14均取正值,但是如果位于横向或纵向的负方向,则应相应取负值。并且如图1所示,在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向上倾斜,且测量点2、3、4均位于第一基点1的横向(或纵向)的正方向上,因此Zx12、Zx13、Zx14(或Zy12、Zy13、Zy14)均取正值,但是在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向上倾斜,但测量点2、3、4位于第一基点1的横向(或纵向)的负方向上,则Zx12、Zx13、Zx14应相应取负值;如果在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向下倾斜,且测量点2、3、4位于第一基点1的横向(或纵向)的正方向上,则Zx12、Zx13、Zx14(或Zy12、Zy13、Zy14)应相应取负值;但是在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向下倾斜,但测量点2、3、4位于第一基点1的横向(或纵向)的负方向上,则Zx12、Zx13、Zx14应相应取正值。

[0051] 由于Z1、tanA、tanB、Lx14、Ly14为已知,因此能够以公式 $Z4=Z1+\tan A*Lx14+\tan B*Ly14$ (即 $Z4=Z1+Zx14+Zy14$)计算出测量点4的理论吊起高度Z4。

[0052] 或者,如果在步骤二中测量了Lx24和Ly24,则也可以利用公式 $Z4=Z2+\tan A*Lx24+\tan B*Ly24$ 计算出其他测量点的理论吊起高度Z4。

[0053] 又或者,如果在步骤二中测量了Lx34和Ly34,则也可以利用公式 $Z4=Z3+\tan A*Lx34+\tan B*Ly34$ 计算出其他测量点的理论吊起高度Z4。

[0054] 步骤五,将测量点4的实际吊起高度H4减去理论吊起高度Z4得到测量点4的变形量,即测量点4的变形量 $\Delta 4=H4-Z4$ 。其中,如果计算出的变形量为正值,则为向上变形;如果为负值,则为向下变形。

[0055] 在上述实施例中,可以根据需要设置更多的测量点(如测量点n),计算时只需将事先测量的 $Lx1n$ 和 $Ly1n$ (或 $Lx2n$ 和 $Ly2n$ 、或 $Lx3n$ 和 $Ly3n$)以及计算出的 $\tan A$ 和 $\tan B$ 代入公式

[0056] $Zn=Z1+\tan A*Lx1n+\tan B*Ly1n$ (即 $Zn=Z1+Zx1n+Zy1n$)

[0057] 或, $Zn=Z2+\tan A*Lx2n+\tan B*Ly2n$ (即 $Zn=Z2+Zx2n+Zy2n$)

[0058] 或, $Zn=Z3+\tan A*Lx3n+\tan B*Ly3n$ (即 $Zn=Z3+Zx3n+Zy3n$)

[0059] 就可以计算出测量点n的理论吊起高度 Zn ,之后比较实际吊起高度 Hn 和理论吊起高度 Zn 就可得出在测量点n上的变形量。

[0060] 为了减少误差,在本发明中优选液罐左侧和右侧吊起高度的最大高度差为20mm,前侧和后侧吊起高度的最大高度差为20mm。

[0061] 进一步地,在本发明步骤一中设置测量点时优选将所有测量点设置在同一水平面上。但是由上述计算过程可知,本发明为通过各测量点之间的在任意水平平面坐标系上的纵向和横向距离以及各测量点的实际吊起高度计算出各测量点的理论吊起高度,之后通过将理论吊起高度与实际吊起高度进行比较来确定变形量的方法,因此与各测量点吊起前的原始高度没有关系。即,在设置测量点时,只要能够方便安装以及方便测出各测量点之间的横向和纵向距离以及各测量点的实际吊起高度,就可以根据需要设置各测量点,而不用考虑各测量点的原始高度。

[0062] 实施例二

[0063] 在本发明的步骤四中,可以选取与所述第一基点的纵向距离为零的测量点为第二基点,选取与所述第一基点的横向距离为零的测量点为第三基点。从而, $Ly12=0$ 、 $Lx13=0$,并且 $Zy12=0$ 、 $Zx13=0$ 。

[0064] 此时,横向倾斜夹角正切值 $\tan A$ 和纵向倾斜夹角正切值 $\tan B$ 的计算公式 $\tan A=Zx12/Lx12$ 、 $\tan B=Zy12/Ly12$ 、 $Z2=Z1+Zx12+Zy12$; $\tan A=Zx13/Lx13$ 、 $\tan B=Zy13/Ly13$ 、 $Z3=Z1+Zx13+Zy13$,被简化为:

[0065] $\tan A=Zx12/Lx12$ 、 $Z2=Z1+Zx12$; $\tan B=Zy13/Ly13$ 、 $Z3=Z1+Zy13$

[0066] 可进一步简化为 $\tan A=(Z2-Z1)/Lx12$ 、 $\tan B=(Z3-Z1)/Ly13$ 。由此可使计算过程更加简单。

[0067] 进一步地,在步骤一中,可以使各测量点在吊起前均位于同一水平面上,且将测量点设置为 $N1$ 排以及 $N2$ 列, $N1$ 和 $N2$ 的值均大于或等于2,且 $N1$ 和 $N2$ 的乘积等于测量点总数;

[0068] 在步骤二中,以将沿排和列的方向分别设为横向和纵向的方式设置水平平面坐标系,并通过测量各个测量点之间的距离以确定横向和纵向距离;

[0069] 在步骤四中,选取与所述第一基点同排的一个测量点为第二基点,选取与所述第一基点同列的一个测量点为第三基点。此时,理论吊起高度(Z)的计算公式可被简化为 $Zn=Z1+(Z2-Z1)/L12*Lx1n+(Z3-Z1)/L13*Ly1n$ 或 $Zn=Z2+(Z2-Z1)/L12*Lx2n+(Z3-Z1)/L13*Ly2n$ 或 $Zn=Z3+(Z2-Z1)/L12*Lx3n+(Z3-Z1)/L13*Ly3n$ 。

[0070] 以下,参考图2对设置有九个测量点,并以“田”字形排列成三排以及三列时的情况进行具体说明。

[0071] 此时的液罐吊装变形测量方法如下:

[0072] 步骤一,在液罐底部设置1至9共九个测量点,且以“田”字形排列成三排以及三列,并且所述九个测量点在吊起前均被设置于同一水平面上。

[0073] 步骤二,以将沿排和列的方向分别设为横向(X轴方向)和纵向(Y轴方向)的方式设置一水平XY平面坐标系,并通过测量各个测量点之间的距离以确定横向和纵向距离。为了节约工作量事先选取测量点1为第一基点,并仅测量其他测量点2至9与所述第一基点1之间的横向(L_{x12} 至 L_{x19})和纵向(L_{y12} 至 L_{y19})距离,如图2所示, $L_{x12}=L_{x14}=L_{x19}=L_{12}$ 、 $L_{x17}=L_{x15}=L_{x18}=L_{17}$ 、 $L_{x16}=L_{x13}=0$ 、 $L_{y16}=L_{y15}=L_{y14}=L_{16}$ 、 $L_{y13}=L_{y18}=L_{y19}=L_{13}$ 、 $L_{y17}=L_{y12}=0$ 。优选所述横向为液罐的宽度方向,纵向为液罐的长度方向。

[0074] 步骤三,待液罐吊起100~300mm高度并稳定后(一般要求横向以及纵向移动量 \leq 200mm,晃动越大,则误差越大),使用测量仪器如全站仪测量出各测量点的实际吊起高度 H_1 至 H_9 。

[0075] 步骤四,选取测量点1为第一基点,选取与所述第一基点1同排且距离最远的测量点2为第二基点,选取与所述第一基点同列且距离最远的测量点3为第三基点,并根据所述两个基点2、3与第一基点1之间的距离以及实际吊起高度以公式计算出相对于第一基点1的横向倾斜夹角正切值 $\tan A$ 和纵向倾斜夹角正切值 $\tan B$ 。

[0076] 所述计算公式如下:

[0077] 假设在所述三个基点上理论吊起高度 Z 等于实际吊起高度 H ,即

[0078] $Z_1=H_1$ 、 $Z_2=H_2$ 、 $Z_3=H_3$

[0079] 其中,将吊起前各测量点所在水平面为吊起前基准面,将由吊起后各测量点所定义的平面为吊起后基准面;理论吊起高度 Z 为假设测量点不做XY向运动(即X、Y坐标不变)而仅做向上(高度方向)运动时从吊起前基准面移动到吊起后基准面时的高度。

[0080] 如图2所述,角A为吊起前基准面以及吊起后基准面之间的横向倾斜夹角,角B为吊起前基准面以及吊起后基准面之间的纵向倾斜夹角,从而基点2的吊起高度 Z_2 可以被分解为基点1的吊起高度 Z_1 、横向倾斜值 ΔZ_{x12} 以及纵向倾斜值 ΔZ_{y12} 之和,而且 $\tan A$ 等于 Z_{x12} 与 L_{x12} 的比值, $\tan B$ 等于 Z_{y12} 与 L_{y12} 的比值,即,

[0081] $\tan A=Z_{x12}/L_{x12}$ 、 $\tan B=Z_{y12}/L_{y12}$ 、 $Z_2=Z_1+Z_{x12}+Z_{y12}$

[0082] 但是由于基点2与基点1同排,因此 Z_{y12} 和 L_{y12} 均为零,从而公式可以简化为:

[0083] $\tan A=(Z_2-Z_1)/L_{x12}$

[0084] 由于 $L_{x12}=L_{12}$,因此可进一步简化为 $\tan A=(Z_2-Z_1)/L_{12}$ 。

[0085] 同理由于基点3与基点1同列,因此 Z_{x13} 和 L_{x13} 均为零,且 $L_{y13}=L_{13}$,从而公式可以简化为:

[0086] $\tan B=(Z_3-Z_1)/L_{13}$

[0087] 其中, L_{12} 、 L_{13} 、 $Z_1=H_1$ 、 $Z_2=H_2$ 、 $Z_3=H_3$ 均为已知,因此可以计算出 $\tan A$ 和 $\tan B$ 。

[0088] 需要说明的是,图2中的测量点2至9均位于第一基点1的横向以及纵向的正方向上,因此 L_{x12} 至 L_{x19} 、 L_{y12} 至 L_{y19} 均取正值,但是如果位于横向或纵向的负方向,则应相应取负值。并且如图2所示,在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向上倾斜,且测量点2至9均位于第一基点1的横向(或纵向)的正方向上,因此 Z_{x12} 至 Z_{x19} (或 Z_{y12} 至 Z_{y19})均取正值,但是在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向上倾斜,但测量点2至9位于第一基点1的横向(或纵向)的负方向上,则 Z_{x12} 至 Z_{x19} 应相应取负值;如果在横向(或纵向)的正方向上吊起后基准面向下倾斜,且测量点2至9位于第一基点1的横向(或纵向)的正方向上,则 Z_{x12} 至 Z_{x19} (或 Z_{y12} 至 Z_{y19})应相应取负值;但是在横向(或纵向)的正方向上吊起后

基准面向下倾斜,但测量点2至9位于第一基点1的横向(或纵向)的负方向上,则 Z_{x12} 至 Z_{x19} 应相应取正值。

[0089] 利用所述横向倾斜夹角的正切值 $\tan A$ 和所述纵向倾斜夹角的正切值 $\tan B$ 以公式 $Z_n = Z_1 + \tan A * L_{x1n} + \tan B * L_{y1n}$ (即 $Z_n = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x1n} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y1n}$)计算出其他测量点的理论吊起高度 Z_4 、 Z_5 、 Z_6 、 Z_7 、 Z_8 、 Z_9 。

[0090] 或者,如果在步骤二中测量了 L_{x2n} 和 L_{y2n} ,则也可以利用公式 $Z_n = Z_2 + \tan A * L_{x2n} + \tan B * L_{y2n}$ (即 $Z_n = Z_2 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x2n} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y2n}$)计算出其他测量点的理论吊起高度 Z_n 。

[0091] 又或者,如果在步骤二中测量了 L_{x3n} 和 L_{y3n} ,则也可以利用公式 $Z_n = Z_3 + \tan A * L_{x3n} + \tan B * L_{y3n}$ (即 $Z_n = Z_3 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x3n} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y3n}$)计算出其他测量点的理论吊起高度 Z_n 。

[0092] 具体为:

[0093] $Z_1 = H_1$ 、 $Z_2 = H_2$ 、 $Z_3 = H_3$

[0094] $\tan A = (Z_2 - Z_1) / L_{12}$

[0095] $\tan B = (Z_3 - Z_1) / L_{13}$

[0096] $Z_4 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x14} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y14} = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{12} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{16}$,或 $Z_4 = Z_2 + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{16}$

[0097] $Z_5 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x15} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y15} = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{17} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{16}$

[0098] $Z_6 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x16} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y16} = Z_1 + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{16}$

[0099] $Z_7 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x17} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y17} = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{17}$

[0100] $Z_8 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x18} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y18} = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{17} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{13}$,或 $Z_8 = Z_3 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{17}$

[0101] $Z_9 = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{x19} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{y19} = Z_1 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{12} + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{13}$,或 $Z_9 = Z_2 + (Z_3 - Z_1) / L_{13} * L_{13}$,或 $Z_9 = Z_3 + (Z_2 - Z_1) / L_{12} * L_{12}$

[0102] 步骤五,将各测量点的实际吊起高度 H 减去理论吊起高度 Z 得到各测量点的变形量,即测量点 n 的变形量 $\Delta n = H_n - Z_n$ 。其中,如果计算出的变形量为正值,则为向上变形;如果为负值,则为向下变形。

[0103] 其中,在本发明中第二基点与第一基点、第三基点与第一基点越远(也可以为由所述三个基点构成的三角形的面积越大),最终得到的计算结果偏差越小,因此在本实施例中选取了与第一基点1相比具有最大横向距离的测量点2作为第二基点,选取了与第一基点1相比具有最大纵向距离的测量点3作为第三基点。

[0104] 进一步地,如图2所示,在本实施例中由于 $L_{x12} = L_{x14} = L_{x19} = L_{12}$ 、 $L_{x17} = L_{x15} = L_{x18} = L_{17}$ 、 $L_{x16} = L_{x13} = 0$ 、 $L_{y16} = L_{y15} = L_{y14} = L_{16}$ 、 $L_{y13} = L_{y18} = L_{y19} = L_{13}$ 、 $L_{y17} = L_{y12} = 0$,因此只要测量出测量点1和2之间的距离 L_{12} 、测量点1和7之间的距离 L_{17} 、测量点1和3之间的距离 L_{13} 、测量点1和6之间的距离 L_{16} ,就能够知道所有其他测量点2至9与第一基点1之间的横向和纵向距离,从而能够大大减少测量次数及工作量。并且由于是测量两个测量点之间的直线距离,因此测量更加方便。

[0105] 更进一步地,由于本发明的计算过程相对简单,因此可以将测量的各测量点之间

的距离以及各测量点的实际吊起高度输入掌上电脑,并使用所述掌上电脑(可在掌上电脑中使用Excel表格的公式功能)进行步骤四至步骤五中的计算,从而可以在现场马上得到结果。

[0106] 实施例三

[0107] 如果将测量点设置在液罐底部的特定位置,例如设置在垂直支撑鞍座、纵向限位鞍座、横向限位鞍座上,则也可以直接通过液罐的设计尺寸来确定各测量点之间的横向和纵向距离。

[0108] 以下,参考图3对将12个测量点设置在液罐底部的垂直支撑鞍座以及横向限位鞍座上的情况进行具体说明。

[0109] 如图3所示,12个测量点中的6个测量点设置在液罐宽度方向中间的三个横向限位鞍座的两侧面板上,剩下的6个测量点设置在两侧六个垂直支撑鞍座的定位调整支撑面板上。如果测量点为面,则不用进行标记;如果测量点为一条长度适宜的水平线,则需贴反射片条以作为标记。

[0110] 使用三维设计或分析软件在液罐的三维CAD模型确定各测量点之间的横向和纵向距离,例如通过韩国叁铭公司的EcoBlock软件在液罐的三维CAD模型进行测量点理论数据标注。并将所述测量点之间的纵向和横向距离输入可进行数据分析、公式计算的掌上电脑中。

[0111] 由于用于测量吊装变形量的时间紧张(一般要求在5分钟内结束),因此本发明可设置多台全站仪同时进行测量,这也有利于在统一摆动幅度下进行测量,本实施例中为6台全站仪。为了确保多台仪器的测量精度偏差一致或较小,应事先将6台全站仪在宽阔场地进行相互校验,保证相对偏差1mm以内,从而减少不同仪器测量偏差对测量精度产生的影响。

[0112] 如图3所示,将6台仪器同时架起放至6个监控点位置。并且分别在6个监控点位置附近选取一基准点,例如在坞墩上选取一固定线并贴上反射片以作为基准点。

[0113] 如图4所示,6台全站仪以各自基准点为高度方向的零点,测量所负责区域的两个测量点与零点的高度差,该高度差为吊起前高度。液罐吊起100~300mm左右,并待液罐前后、左右移动量 $\leq 200\text{mm}$ (晃动越大,误差越大)后(即待相对稳定后),再次使用6台全站仪以各自基准点为高度方向的零点测量所负责区域的两个测量点与零点的高度差,该高度差为吊起后高度。利用减法计算出各测量点的实际吊起高度H。并将所述12个测量点的实际吊起高度H输入到输入有各测量点之间的横向和纵向距离的所述掌上电脑中。

[0114] 使用所述掌上电脑由公式计算其他几个测量点的理论吊起高度,并计算所述测量点的实际吊起高度与理论吊起高度的差值。如果所述差值为0,则无变形;若不为0,则所述差值即为变形量,正值为向上变形,负值为向下变形。具体计算方法与实施例1和实施例2相同,因此不再重复进行说明。

[0115] 综上所述,根据本发明的液罐吊装变形测量方法得到的变形量,由于是根据实际测量结果计算出的,因此得到的变形量与实际变形量相对接近,而且计算过程简单且方便快捷,由于无需使用专门模拟软件,因此节约软件开发或购买成本。所以,本发明有效克服了现有技术中的种种缺点而具高度产业利用价值。

[0116] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因

此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

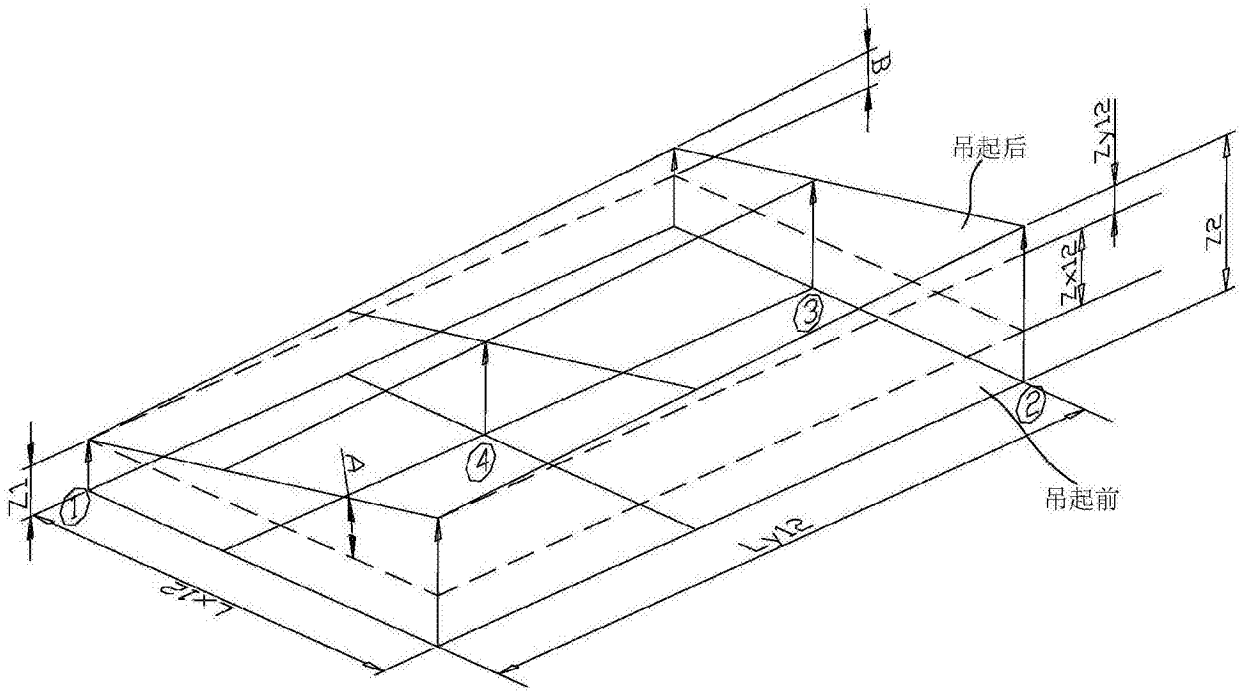


图1

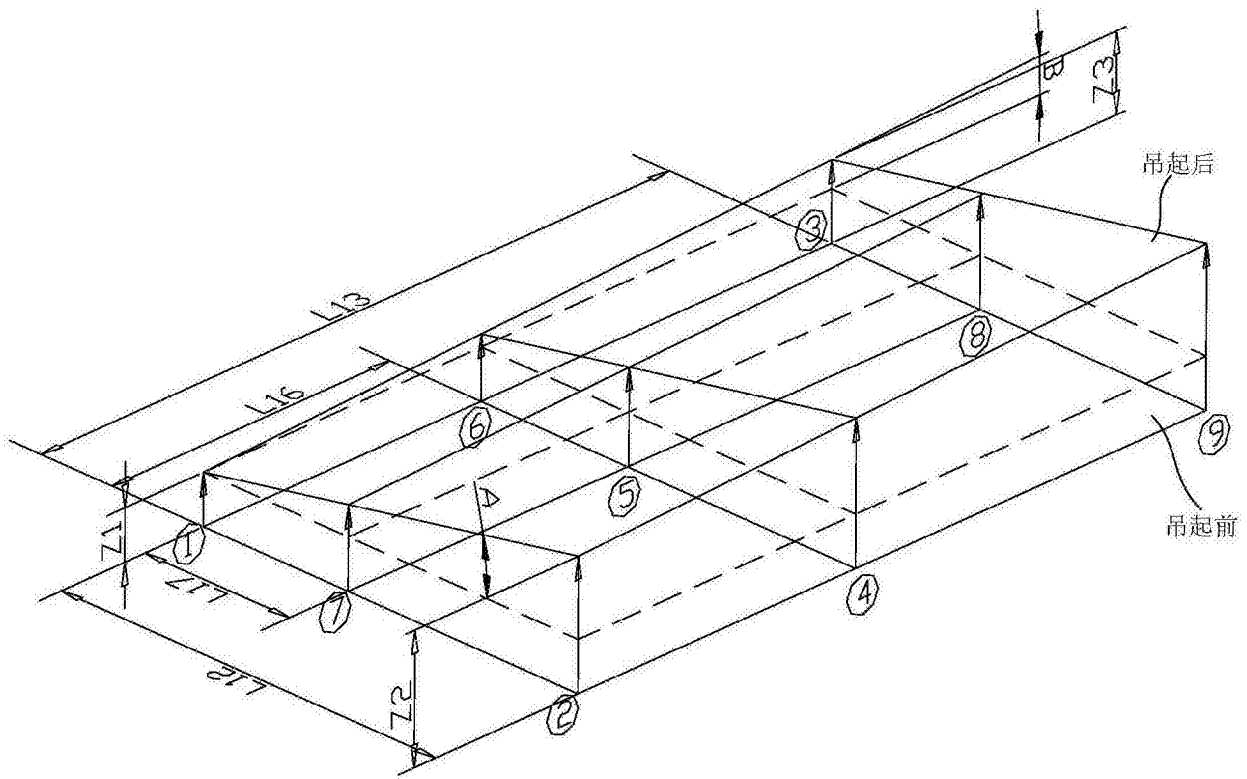


图2

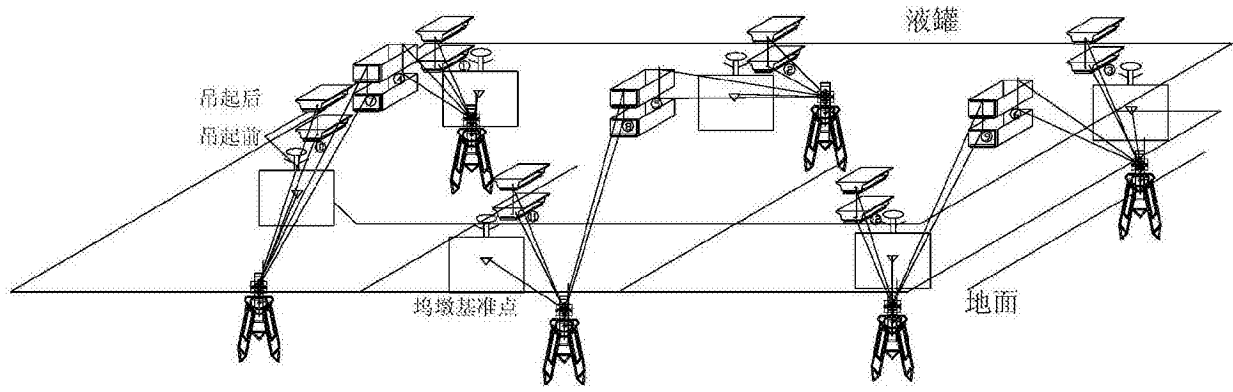


图3

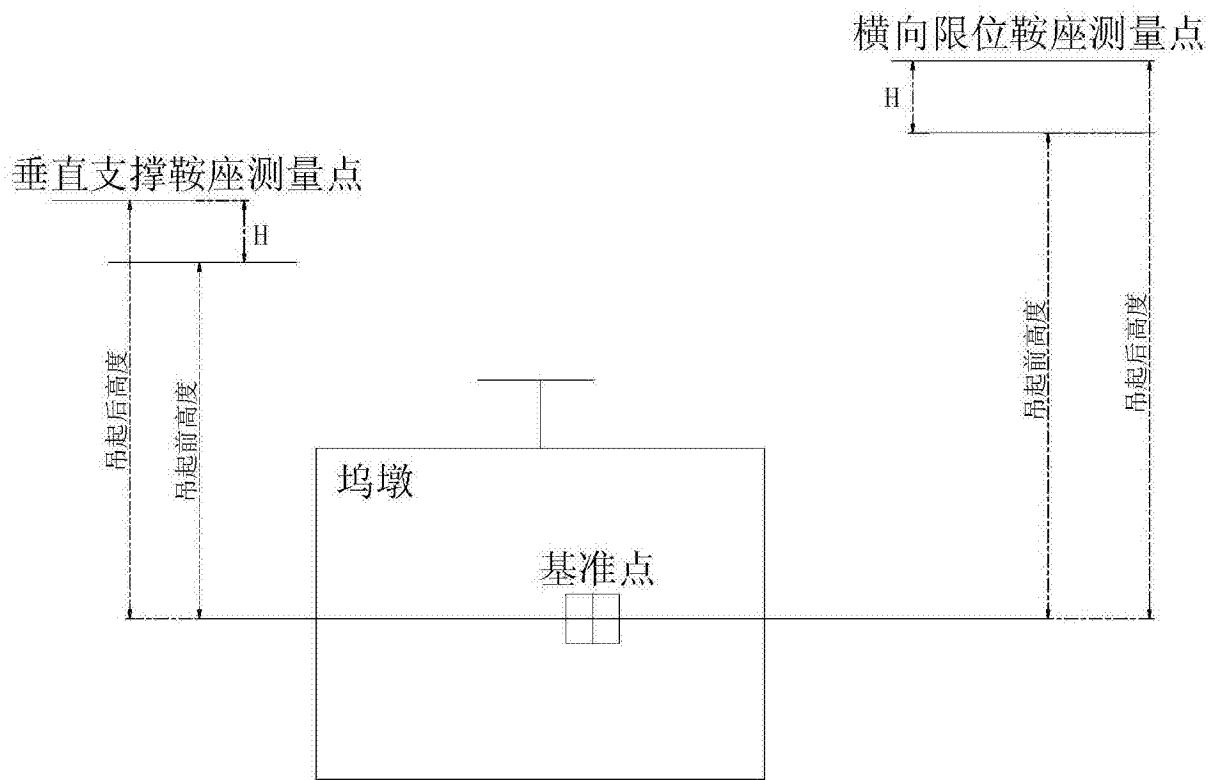


图4