



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106813590 B

(45)授权公告日 2019.09.10

(21)申请号 201510855360.4

(22)申请日 2015.11.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106813590 A

(43)申请公布日 2017.06.09

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22号
专利权人 中国石油化工股份有限公司抚顺
石油化工研究院

(72)发明人 李明 王晓霖 赵巍 陈建磊
杨静 王勇 崔凯燕

(51)Int.Cl.
G01B 11/16(2006.01)

(56)对比文件

JP H11183160 A,1999.07.09,
CN 103471519 A,2013.12.25,
CN 102506738 A,2012.06.20,
CN 104296668 A,2015.01.21,
JP H07279440 A,1995.10.27,
李强等.《三维激光扫描在矿区地面沉陷变形监测中的应用》.《中国地质灾害与防治学报》.2014,
王延亮等.《利用三维激光扫描技术进行工业设备三维重建及变形分析》.《测绘通报》.2012,
陈永剑等.《地面激光扫描系统在矿区构筑物地面变形中的应用研究》.《科技情报开发与经济》.2009,

审查员 崔涌波

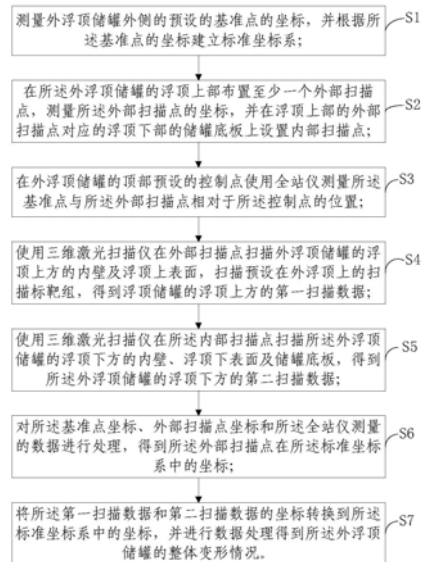
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

外浮顶储罐变形检测方法

(57)摘要

本发明涉及一种外浮顶储罐变形检测方法,包括:S1,测量外浮顶储罐外侧的基准点的坐标,建立标准坐标系;S2,在浮顶的上部和储罐底部布置扫描点;S3,测量基准点与外部扫描点相对于控制点的位置;S4,使用三维激光扫描仪扫描所述储罐的内壁、浮顶和底板,得到扫描数据;S6,计算外部扫描点在标准坐标系中的坐标;S7,将扫描数据的坐标转换到标准坐标系中,并进行数据处理得到整个所述外浮顶储罐的变形情况。本发明通过在外浮顶储罐的外部设置基准点,并在储罐顶部设置控制点,通过控制点将三维激光扫描的储罐坐标转换成基准点的标准坐标,可以实现对外浮顶储罐整体几何变形安全状况的连续的精确的检测。



CN 106813590 B

1. 一种外浮顶储罐变形检测方法,其特征在于,所述方法包括:

S1,测量外浮顶储罐外侧的预设的基准点的坐标,并根据所述基准点的坐标建立标准坐标系;

S2,在所述外浮顶储罐的浮顶上部布置至少一个外部扫描点,测量所述外部扫描点的坐标,并在所述浮顶上部的所述外部扫描点对应的浮顶下部的储罐底板上设置内部扫描点;

S3,在所述外浮顶储罐的顶部预设的控制点使用全站仪测量所述基准点与所述外部扫描点相对于所述控制点的位置;

S4,使用三维激光扫描仪在所述外部扫描点扫描所述外浮顶储罐的浮顶上方的内壁及浮顶上表面,并扫描预设在所述外浮顶上的扫描标靶组,得到所述外浮顶储罐的浮顶上方的第一扫描数据;

S5,使用所述三维激光扫描仪在所述内部扫描点扫描所述外浮顶储罐的浮顶下方的罐壁、浮顶下表面以及储罐底板,得到所述外浮顶储罐的浮顶下方的第二扫描数据;

S6,对所述基准点坐标、外部扫描点坐标和所述全站仪测量的数据进行处理,得到所述外部扫描点在所述标准坐标系中的坐标;

S7,将所述第一扫描数据和第二扫描数据的坐标转换到所述标准坐标系中的坐标,并进行数据处理得到所述外浮顶储罐的整体变形情况;

其中,所述步骤S7具体包括:

去除所述第一扫描数据和第二扫描数据中的噪声点后,进行数据拼接,得到所述外浮顶储罐内壁整体的点云数据文件;

将所述点云数据文件的坐标转换到所述标准坐标系下的坐标,得到标准坐标系下的点云数据文件;

对所述标准坐标系下的点云数据文件进行三维空间建模;

根据建立的三维空间模型,分析所述外浮顶储罐的变形情况;

其中,所述根据建立的三维空间模型,分析所述外浮顶储罐的变形情况,具体包括:

对所述外浮顶储罐的三维空间模型的不同高度的壁板采用截面圆心拟合和切面处理方法计算所述外浮顶储罐的罐壁内半径、局部凹凸变形值和椭圆度;

采用数据差值方法计算罐壁倾斜度和沉降量;

基于所述罐壁内半径、局部凹凸变形值、椭圆度、罐壁倾斜度和沉降量,对所述外浮顶储罐罐壁的凹凸、罐体椭圆变形和罐体倾斜沉降变形进行分析;

根据所述外浮顶储罐的三维空间模型和所述储罐的罐体参数,对所述外浮顶储罐的三维空间模型建立有限元模型,并计算所述外浮顶储罐变形结构失稳的临界载荷,并根据所述临界载荷确定所述外浮顶储罐确定是否需要维修。

2. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述步骤S1中,使用GPS测量装置测量所述基准点的坐标,并且在所述步骤S2中,使用GPS测量装置测量所述测量点的坐标。

3. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述步骤S3中,通过测量所述基准点和控制点的方位角和边长来确定所述基准点与控制点的相对位置,通过测量所述控制点与外部扫描点的方位角和边长来确定所述控制点与外部扫描点的相对位置。

4. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述基准点至少为2个,并且所述基准点与所述外浮顶储罐的水平距离至少为所述储罐直径的一半。

5. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述控制点至少为一个,并且在每个所述控制点能够观察到至少两个基准点的位置。

6. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述外部扫描点具有多个,并且至少一个外部扫描点位于所述外浮顶上部的中心位置;

所述扫描标靶组位于所述外浮顶上部的相邻的两个外部扫描点之间。

7. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述扫描标靶组至少为一组,并且每组所述扫描标靶组至少包括三个标靶点,并且每个所述扫描标靶组中的各个标靶点排列成除直线外的其他形式。

8. 根据权利要求1所述的检测方法,其特征在于,所述标靶点为标靶球。

外浮顶储罐变形检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及储罐安全管理及测量技术领域,尤其是涉及一种大型外浮顶储罐变形检测方法。

背景技术

[0002] 大型储罐是石化及管道企业常用设备之一,属于常压容器、薄壁结构范畴。外浮顶储罐是大型储罐的一种常见形式,其特点是不但具有储存油品蒸发损耗小,而且罐顶自重受储液支承,使其受力均匀,故大型储罐多采用此种形式。但与其他形式的储罐相比,浮顶储罐的缺点也是显而易见的,就是易产生几何形体变形,严重时会影响安全生产。

[0003] 外浮顶储罐几何形体变形的大小一般随储罐投用时间的增加而增加,在使用一段时间后,由于罐内液位的升降、地基变形、大风和日照等因素,储罐发生一定的变形也在所难免。罐体局部凹凸、椭圆度、最大倾斜度,基础沉降等几何尺寸是很重要的指标,如果这些指标过大,会使得储罐发生应力集中失效而不能完全利用或根本无法使用;此外变形过大将导致储罐浮顶密封圈密封不严,引起油气浓度偏高,不仅会造成油气损耗增大,还极易成为火灾爆炸的源头,对生产和人员造成安全隐患,因此精确掌握外浮顶储罐几何变形并加以安全评估是十分必要的。

[0004] 目前对在役大型储罐变形采用大修离线检定方式,即将储罐清空,对罐内彻底清扫、防腐处理之后进行检定。外浮顶储罐安全检测通常使用光学参比法和光电法对储罐变形进行测量。光学参比法需要使用光学垂准仪、水平直尺、移动式磁性标尺仪等,但这种基于单点测量的方式在罐壁变形复杂时,会产生较大的测量误差。光电法测量储罐变形一般采用全站仪和GPS等,该方法依然属于单点式测量,也就是只能以点观测而获取较少观测点的形变数据进而推断整体变形情况,无法获取局部和整体精确的变形细节,并且设备现场安装难度较大,测量时间比较长,因此对环境的稳定性要求很高,其测量精度和稳定性往往受到较大影响,因而检测效率和精度都无法得到有效保障,不能满足实际生产需求。CN 104296668 A公开了一种储罐基础沉降外部测量方法,该方法采用全站仪测量储罐基础点坐标的高度完成沉降点坐标的测量,依然属于单点式测量,同时也未建立相应的变形评判指标。另外,现有技术需要测量的几何参数多,操作复杂,人员劳动强度大,而且测量过程中受人为因素影响较大,在测量变形大的罐体时误差较大。

发明内容

[0005] 基于上述问题,本发明提出一种外浮顶储罐的变形检测方法,通过在外浮顶储罐的外部设置基准点,并在储罐顶部设置控制点,通过控制点将三维激光扫描的坐标转换成基准点的标准坐标,可以实现对外浮顶储罐整体几何变形安全状况的连续的精确的检测。

[0006] 为实现上述发明目的,本发明提供一种外浮顶储罐变形检测方法,其特征在于,所述方法包括:

[0007] S1,测量外浮顶储罐外侧的预设的基准点的坐标,并根据所述基准点的坐标建立

标准坐标系；

[0008] S2,在所述外浮顶储罐的浮顶上部布置至少一个外部扫描点,测量所述外部扫描点的坐标,并在所述浮顶上部的所述外部扫描点对应的浮顶下部的储罐底板上设置内部扫描点；

[0009] S3,在所述外浮顶储罐的顶部预设的控制点使用全站仪测量所述基准点与所述外部扫描点相对于所述控制点的位置；

[0010] S4,使用三维激光扫描仪在所述外部扫描点扫描所述外浮顶储罐的浮顶上方的内壁及浮顶上表面,并扫描预设在该所述外浮顶上的扫描标靶组,得到所述外浮顶储罐的浮顶上方的第一扫描数据；

[0011] S5,使用所述三维激光扫描仪在所述内部扫描点扫描所述外浮顶储罐的浮顶下方的罐壁、浮顶下表面以及储罐底板,得到所述外浮顶储罐的浮顶下方的第二扫描数据；

[0012] S6,对所述基准点坐标、外部扫描点坐标和所述全站仪测量的数据进行处理,得到所述外部扫描点在所述标准坐标系中的坐标；

[0013] S7,将所述第一扫描数据和第二扫描数据的坐标转换到所述标准坐标系中的坐标,并进行数据处理得到所述外浮顶储罐的整体变形情况。

[0014] 其中,所述步骤S1中,使用GPS测量装置测量所述基准点的坐标,并且在所述步骤S2中,使用GPS测量装置测量所述测量点的坐标。

[0015] 其中,所述步骤S3中,通过测量所述基准点和控制点的方位角和边长来确定所述基准点与控制点的相对位置,通过测量所述控制点与外部扫描点的方位角和边长来确定所述控制点与所述外部扫描点的相对位置。

[0016] 其中,所述基准点至少为2个,并且所述基准点与所述外浮顶储罐的水平距离至少为所述储罐直径的一半。

[0017] 其中,所述控制点至少为一个,并且在每个所述控制点能够观察到至少两个基准点的位置。

[0018] 其中,所述外部扫描点具有多个,并且至少一个外部扫描点位于所述外浮顶上部的中心位置；

[0019] 所述扫描标靶组位于所述外浮顶上部的相邻的两个外部扫描点之间。

[0020] 其中,所述扫描标靶至少为一组,并且每组所述扫描标靶组至少包括三个标靶点,并且所述每个扫描标靶组中的各个标靶点排列成除直线外的其他形式。

[0021] 其中,所述标靶点为标靶球。

[0022] 其中,所述步骤S7具体包括：

[0023] 去除所述第一扫描数据和第二扫描数据中的噪声后进行数据拼接,得到所述外浮顶储罐内壁整体的点云数据文件；

[0024] 将所述点云数据文件的坐标转换到所述标准坐标系下的坐标,得到标准坐标系下的点云数据文件；

[0025] 对所述标准坐标系下的点云数据文件进行三维空间建模；

[0026] 根据建立的三维空间模型,分析所述外浮顶储罐的变形情况。

[0027] 其中,所述根据建立的三维空间模型,分析所述外浮顶储罐的变形情况,具体包括：

[0028] 对所述外浮顶储罐的三维空间模型的不同高度的壁板采用截面圆心拟合和切面处理方法计算所述外浮顶储罐的罐壁内半径、局部凹凸变形值和椭圆度；

[0029] 采用数据差值方法计算罐壁倾斜度和沉降量；

[0030] 基于所述罐壁内半径、局部凹凸变形值、椭圆度、罐壁倾斜度和沉降量,对所述外浮顶储罐罐壁的凹凸、罐体椭圆变形和罐体倾斜沉降变形进行分析；

[0031] 根据所述外浮顶储罐的三维空间模型和所述储罐的罐体参数,对所述外浮顶储罐的三维空间模型建立有限元模型,并计算所述外浮顶储罐变形结构失稳的临界载荷,并根据所述临界载荷确定所述外浮顶储罐确定是否需要维修。

[0032] 本发明的外浮顶储罐的变形检测方法,利用激光测距原理可以全方位、快速、连续、自动地获取目标数据,具有高精度、高密度、高效率 and 低成本的优点;同时,通过在外浮顶储罐的外部设置基准点,在储罐的顶部设置控制点,将三维激光扫描的数据的坐标转换成基准点的标准坐标,从而可以避免测绘点的坐标变化引起的扫描数据的误差增大,从而可以真实描述立式储罐的整体结构及形态特性。

[0033] 另外,通过在外浮顶储罐的浮顶上方和下方均进行扫描并分析,可以建立外浮顶储罐的整体的三维模型,得到外浮顶储罐的不同方位和角度的几何参数值,实现对外浮顶储罐的整体检测,有效避免了传统变形检测手段基于点数据进行变形分析造成的局部性和片面性。

附图说明

[0034] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0035] 图1示出了本发明的实施例的外浮顶储罐进行变形检测的方法的流程图。

[0036] 图2示出了本发明实施例的对外浮顶储罐变形进行检测的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0037] 下面将结合附图对本发明的实施例进行详细描述。

[0038] 图1示出了本发明的实施例的外浮顶储罐进行变形检测的方法的流程图。

[0039] 参照图1,本发明的一个实施例的外浮顶储罐变形检测方法,包括以下步骤:

[0040] S1,测量外浮顶储罐外侧的预设的基准点的坐标,并根据基准点的坐标建立标准坐标系。

[0041] 本实施例的基准点至少为2个,并且所述基准点与所述外浮顶储罐的水平距离至少为所述储罐直径的一半。

[0042] S2,在所述外浮顶储罐的浮顶上部布置至少一个外部扫描点,测量所述外部扫描点的坐标,并在所述浮顶上部的的外部扫描点对应的浮顶下部的储罐底板上设置内部扫描点。

[0043] 本实施例中,使用GPS测量装置测量所述基准点和外部扫描点的坐标,并且为了运算简便,可以使用基准点的大地坐标系作为标准坐标系。

[0044] 另外,当浮顶上方不平整时,本实施例的外部扫描点可以设置多个,并且至少一个外部扫描点位于所述外浮顶上部的中心位置。

[0045] S3,在所述外浮顶储罐的顶部的预设的控制点使用全站仪测量所述基准点与所述外部扫描点相对于所述控制点的位置。

[0046] 在一个实施例中,控制点至少为一个,并且在每个所述控制点能够观察到至少两个基准点的位置。即控制点的设定根据基准点的数量和位置设定,当一个控制点能够观察到所有的基准点时,则设置一个控制点即可。

[0047] 在本实施例中,可以通过测量所述基准点和控制点的方位角和边长来确定所述基准点与控制点的相对位置,通过测量所述控制点与外部扫描点的方位角和边长来确定所述控制点与所述外部扫描点的相对位置。

[0048] S4,使用三维激光扫描仪在所述外部扫描点扫描所述外浮顶储罐的浮顶上方的内壁及浮顶上表面,并扫描预设在外浮顶上的扫描标靶组,得到外浮顶储罐的浮顶上方的第一扫描数据。

[0049] 本实施例的扫描标靶组位于所述外浮顶上部的相邻的两个外部扫描点之间。并且扫描标靶至少为一组,并且每组所述扫描标靶组至少包括三个标靶点,并且所述每个扫描标靶组中的各个标靶点排列成除直线外的其他形式。此外,标靶点可以使用标靶球。另外,扫描标靶组的数量可以根据具体的测量需要设定,在此不做具体限定。

[0050] S5,使用三维激光扫描仪在所述内部扫描点扫描所述外浮顶储罐的浮顶下方的罐壁、浮顶下表面以及储罐底板,得到所述外浮顶储罐的浮顶下方的第二扫描数据。

[0051] S6,对所述基准点坐标、外部扫描点坐标和所述全站仪测量的数据进行处理,得到所述外部扫描点在所述标准坐标系中的坐标。

[0052] S7,将所述第一扫描数据和第二扫描数据的坐标转换到所述标准坐标系中的坐标,并进行数据处理得到外浮顶储罐的整体变形情况。

[0053] 具体地,所述步骤S7包括:

[0054] 去除所述第一扫描数据和第二扫描数据中的噪声后进行数据拼接,得到所述外浮顶储罐内壁整体的点云数据文件;

[0055] 将所述点云数据文件的坐标转换到所述标准坐标系下的坐标,得到标准坐标系下的点云数据文件;

[0056] 对所述标准坐标系下的点云数据文件进行三维空间建模;

[0057] 根据建立的三维空间模型,分析所述外浮顶储罐的变形情况。

[0058] 本发明的外浮顶储罐的变形检测方法,利用激光测距原理可以全方位、快速、连续、自动地获取目标数据,具有高精度、高密度、高效率 and 低成本的优点;同时,通过在外浮顶储罐的外部设置基准点,在储罐的顶部设置控制点,将三维激光扫描的数据的坐标转换成基准点的标准坐标,从而可以避免测绘点的坐标变化引起的扫描数据的误差增大,从而可以真实描述立式储罐的整体结构及形态特性。

[0059] 另外,通过在外浮顶储罐的浮顶上方和下方均进行扫描并分析,可以建立外浮顶储罐的整体的三维模型,得到外浮顶储罐的不同方位和角度的几何参数值,实现对外浮顶储罐的整体检测,有效避免了传统变形检测手段基于点数据进行变形分析造成的局部性和片面性。

[0060] 以下通过具体实施例详细描述本发明的外浮顶储罐的变形检测方法的具体过程。

[0061] 图2示出了本发明实施例的对外浮顶储罐变形进行检测的装置的结构示意图。

[0062] 参照图2,本发明的一个具体实施例中,以20万方大型浮顶原油储罐1为例,该储罐为大型薄壁圆筒体,通过混凝土环墙置放于地面。储罐几何结构具有回转体的轴对称特性,直径110m,罐壁高度24m,浮顶2随收发作业罐内液位高低上下浮动。

[0063] 其变形检测过程如下:

[0064] 1、确定基准点布设点位

[0065] 收集储罐设计资料、储罐周边环境资料以及历史维修资料,实地选定基准点点位;要求基准点的位置应远离储罐区域,在整个检测期间应具有稳定性。如图2所示,基准点应至少设置2个,优选3个;基准点距储罐1距离至少为 $0.5d$ (d 为储罐直径),优选 d 。如可以在距离储罐220m的区域选定3个基准点。

[0066] 2、布设控制网

[0067] (1) 在每个基准点3设置固定墩,固定墩上安装强制归心装置。

[0068] (2) 在外浮顶储罐罐壁顶部设置控制点位4,控制点位4采用有强制归心装置的固定结构;强制归心装置通过固定结构可固定于外浮顶储罐1的结构骨架体上;每个观测点应至少能观测两个及以上的基准点。另外,为防止出现危险圆,控制点位与基准点所构成三角形各内角值不宜过小。

[0069] (3) 通过储罐外壁的入口,在外浮顶储罐罐底布设内部扫描点5,在内部扫描点位布设可移动式扫描测量架,测量架上带有固定装置,用于安置测量定位装置;将激光扫描仪固定在测量架上;内部扫描点位可选在储罐底部任意位置,并且为了能够将内部扫描点位的坐标转换到标准坐标,将内部扫描点位的位置选取在与外部扫描点对应的位置,优选罐底板正中心。

[0070] (4) 在外浮顶储罐浮顶2上布设外部扫描点6,在外部扫描点6布设可移动式扫描测量架,测量架上带有固定装置9,用于安置测量定位装置8;外部扫描点6可选在浮顶表面任意位置,优选浮顶正中心。

[0071] (5) 另外,根据外浮顶储罐浮顶表面情况,可以在浮顶上选择布设其他扫描点位;扫描点位选取以所有扫描点位可通视浮顶和储罐内壁所有形貌为准,并且三维激光扫描仪应在有效范围内尽可能多的获取罐体特征,如图2中可以另外设置第二外部扫描点7。

[0072] 3、坐标传递测量

[0073] (1) 对每个基准点利用高精度GPS测量仪11进行高精度大地坐标测量,并以此建立大地坐标系;也可以利用基准点3的相对位置关系建立独立的标准坐标系。

[0074] (2) 在基准点的固定墩的强制归心装置上设置反射棱镜,也可在强制归心装置上设置球形标靶,并在球形标靶上粘贴反射贴片。

[0075] (3) 在控制点固定桩的强制归心装置上布设全站仪12,测量时应严格整平气泡。

[0076] (4) 在储罐浮顶外部扫描点位上安置定位装置。

[0077] (5) 利用全站仪和标准坐标系下基准点,采用全圆测回法测量控制点位和基准点位方位角和边长,并利用后方交会法解算控制点位在标准坐标系下坐标。

[0078] (6) 利用全站仪12和外部扫描点6上的定位装置8,采用双站极坐标法测量储罐浮顶外部扫描点6在标准坐标系下的坐标。

[0079] (7) 观测结束后,进行平差计算,并对结果进行精度评定;如果满足要求,可进行下一环节的现场三维激光扫描,如果不满足要求,应调整控制点位重新测量。

[0080] 4、三维激光扫描

[0081] (1) 基于确定的外部扫描点6的位置,选择其他扫描点位置7;选择位置要求通视条件好,可以使得三维激光扫描仪在有效范围内尽可能多的获取罐体的特征,提高测量效率,并减少后期数据处理误差。

[0082] (2) 确定扫描点位置后,相邻两站点之间布设至少一组可清晰识别的标靶10,该扫描靶组10的扫描点至少为三个,优选4个;标靶采用三维激光扫描仪专用标靶球或标靶点,优选标靶球;标靶通过固定装置固定于浮顶罐浮顶表面,并保持在测量过程中位置严格固定。

[0083] (3) 在内部扫描点5布设移动式扫描测量架并架设三维激光扫描仪对罐体内壁进行三维激光扫描,并存储扫描的第二扫描数据;扫描时必须设置扫描仪水平。

[0084] (4) 在外部扫描点6布设移动式扫描测量架并架设三维激光扫描仪对罐体内壁进行三维激光扫描,并存储扫描的第一扫描数据;扫描时必须设置扫描仪水平。

[0085] 5、数据处理

[0086] 使用数据处理装置13对三维激光扫描仪扫描的第一扫描数据和第二扫描数据进行处理,并建立外浮顶储罐的三维空间模型,识别外浮顶储罐罐壁及浮顶变形情况,计算所述外浮顶储罐储罐的关键几何变形指标并进行安全状况评估。其具体过程如下:

[0087] (1) 数据处理与拼接

[0088] 对每个所述扫描点的点云数据文件进行数据处理,去除其中的噪声点后进行点云数据文件拼接,得到外浮顶储罐内壁、底板和浮顶整体的点云数据文件;数据文件拼接基于不同测量点点云数据文件中公共的标靶点数据进行。

[0089] 具体通过以下方法进行去噪:对明显远离点云的、飘浮于点云上方的稀疏、离散的点,远离点云中心区、小而密集的点以及多余扫描的点进行删除。

[0090] (2) 坐标转换与模型构建

[0091] 利用标准坐标系下外部扫描点的坐标,将所述外浮顶储罐内壁整体的点云数据文件进行坐标解算,转换得到标准坐标系下储罐点云数据文件;对标准坐标系下外浮顶储罐点云数据文件进行三维空间建模,提取融合后的点云数据的罐体特征点和特征线,识别储罐变形情况。

[0092] 6、变形分析

[0093] 对外浮顶储罐三维空间模型进行数据计算计算罐壁高度,对储罐不同高度壁板进行截面圆心拟合及切面处理计算罐壁内半径、局部凹凸变形值、椭圆度,并采用数据插值计算罐壁倾斜度和沉降量,从而得到外浮顶储罐的罐壁凹凸、罐体椭圆变形和罐体倾斜沉降变形情况。具体地:

[0094] (1) 对外浮顶储罐三维空间模型的不同高度壁板采用截面圆心拟合和切面处理方法计算罐壁内半径、局部凹凸变形值、椭圆度。

[0095] (2) 采用数据插值计算罐壁倾斜度和沉降量。

[0096] (3) 基于以上计算的关键几何变形指标对外浮顶储罐罐壁凹凸、罐体椭圆变形和罐体倾斜沉降变形情况进行分析。

[0097] 7、变形评估

[0098] 基于建立的外浮顶储罐三维空间模型并结合储罐主要部件的材料参数,包括材

料、弹性模量、泊松比、密度、厚度、许用应力,对外浮顶储罐三维空间模型建立有限元模型,计算储罐变形结构失稳的临界载荷,进而实现储罐的变形评估。具体如下:

[0099] (1) 基于建立的外浮顶储罐三维空间模型以及储罐材料、弹性模量、泊松比、密度、厚度、许用应力等基础参数构建储罐有限元模型;20万方特大型浮顶原油储罐的有限元模型主要分为罐壁、罐底和储罐基础三部分,其中储罐基础模型根据其材料特性与作用的不同又细分为混凝土环梁、夯土及土壤三部分。

[0100] (2) 罐壁、罐底、混凝土环梁、夯土及土壤均采用线弹性材料模型,并采用六面体单元和接触单元划分有限元网格。

[0101] (3) 作用于罐体上的载荷主要包括罐体自身重力、浮顶及浮顶附件质量、液柱压力,其中浮顶及附件质量、液柱压力以压力的形式施加于罐壁和罐底上表面。

[0102] (4) 对罐壁环向应力、罐壁轴向应力、大角焊缝应力、边缘板径向应力进行分析,计算储罐变形结构失稳的临界载荷,并且可以根据临界载荷确定该储罐是否需要维修。

[0103] 本发明的外浮顶储罐变形检测方法,将全站仪测量技术与三维激光扫描技术结合起来,利用后方交会测量,以自由设站控制点和罐区外部稳定区基准点为已知点,并将基准点的绝对坐标系引入扫描仪,从而使扫描仪测量可以自由架站,所测罐体内外部点云数据坐标,均是基于外部稳定区基准点的高精度数据,进而真实描述外浮顶储罐内部的罐体结构及形态特性,以快速、准确地生成三维数据模型,得到外浮顶储罐不同方位和角度的几何参数值,针对外浮顶储罐的罐壁凹凸、罐体椭圆变形和罐体倾斜沉降进行快速、准确测量,利用计算的关键几何变形指标或者储罐有限元模型分析对外浮顶储罐变形进行评估,有效避免了传统变形检测手段基于点数据进行变形分析造成的局部性和片面性。

[0104] 以上具体实施方式仅用以说明本发明的具体实施技术方案而非限制,尽管参照实例对本发明进行了详细说明,本领域的技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

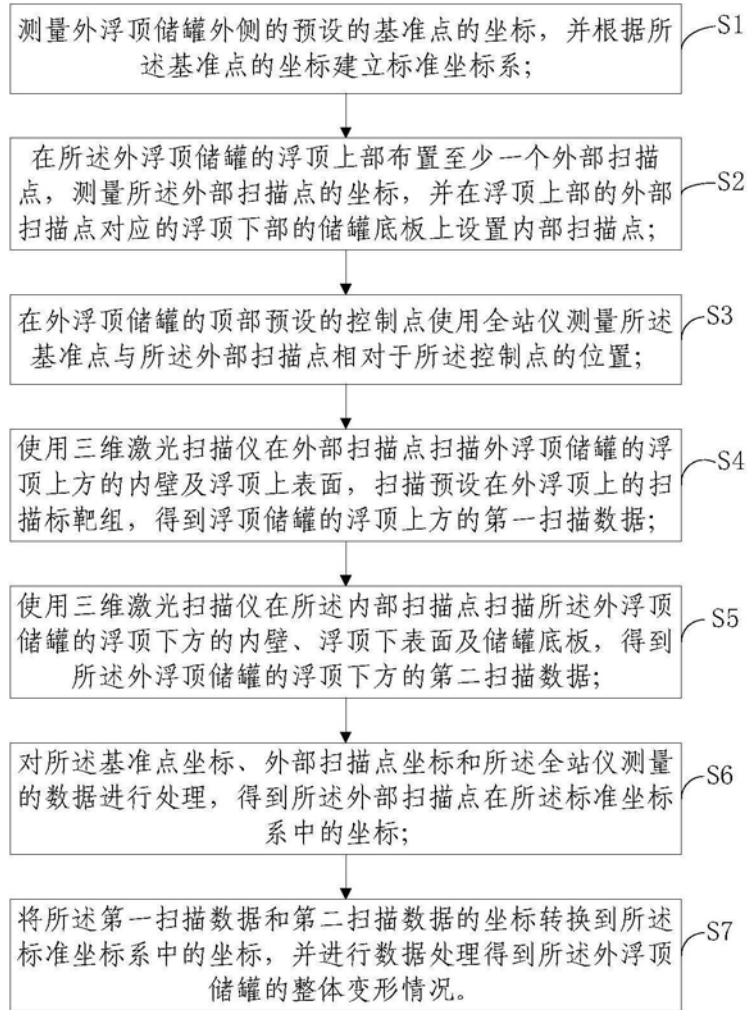


图1

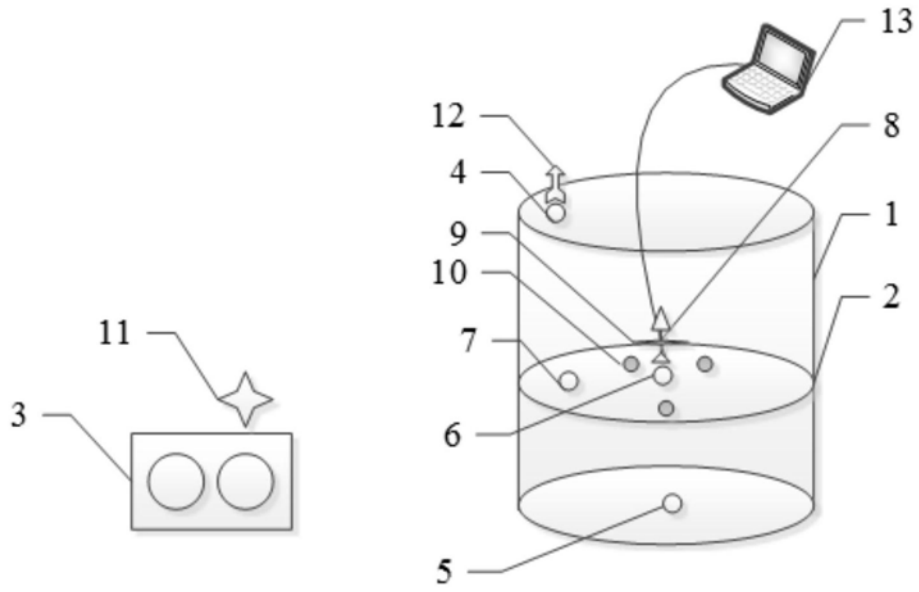


图2