



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105894938 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610400259.4

(22)申请日 2016.06.08

(71)申请人 河海大学

地址 211106 江苏省南京市江宁开发区佛城西路8号

(72)发明人 刘亚伊 陶爱峰 苏俊玮 蔡颖
王懿

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 张惠忠

(51)Int.Cl.

G09B 25/00(2006.01)

G01M 10/00(2006.01)

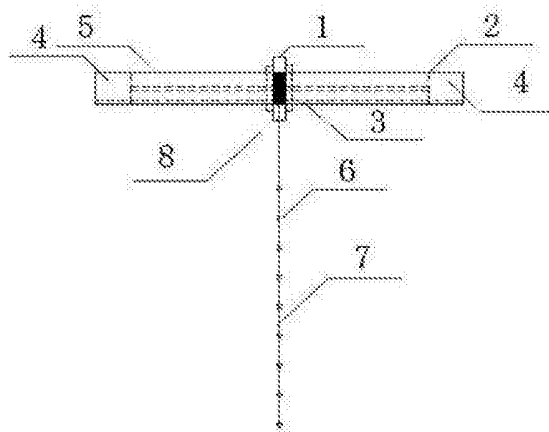
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

一种水槽实验中水质点示踪装置及其使用方法

(57)摘要

本发明属于实验装置领域,具体为一种水槽实验中水质点示踪装置及其使用方法,包括支架、横杆、以及示踪部件;所述支架安装于水槽上;所述横杆安装于支架上并可沿支架长边的长度方向滑动;所述示踪部件包括连接绳以及固定于连接绳上的示踪粒子;所述连接绳安装于横杆上并可沿横杆的长度方向移动。本发明结构简单、操作方便、使用灵活方便、成本低且示踪性能良好,能直接观测水槽波流场中任一水质点的运动轨迹。



1. 一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,包括支架、横杆、以及示踪部件;所述支架安装于水槽上;所述横杆安装于支架上并可沿支架长边的长度方向滑动;所述示踪部件包括连接绳以及固定于连接绳上的示踪粒子;所述连接绳安装于横杆上并可沿横杆的长度方向移动。

2. 根据权利要求1所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述支架包括两个平行设置的长杆,两个平行设置的长杆相向的一侧设有供横杆平行移动的滑槽;所述横杆在两端设有连接部,连接部的尺寸与滑槽的尺寸匹配,横杆通过连接部安装于滑槽中。

3. 根据权利要求2所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述长杆标有刻度。

4. 根据权利要求1所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述长杆底面设有安装槽,支架通过安装槽安装于水槽上。

5. 根据权利要求1所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述连接绳通过卷管安装于横杆上;所述横杆在垂直于横杆上表面的方向设置矩形通孔槽;所述卷管通过矩形通孔槽安装于横杆上,并且卷管能通过矩形通孔槽沿横杆的长度方向移动。

6. 根据权利要求5所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述卷管带有外螺纹,卷管通过螺母垫圈组合安装于横杆上。

7. 根据权利要求1所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述横杆的上表面标有刻度。

8. 根据权利要求1所述的一种水槽实验中水质点示踪装置,其特征在于,所述连接绳为可吸水的绳,且连接绳的密度较水的密度小。

9. 一种如权利要求1-8任一所述的水槽实验中水质点示踪装置的使用方法,其特征在于,包括如下步骤:A、测量实验室中水槽的尺寸、率定波流场的波浪要素和水流流速,并根据所得数据确定支架的尺寸和示踪粒子的布设位置;B、根据实验需要,调节横杆在支架上的位置、卷管在横杆上的位置以及连接绳的长度确定示踪粒子的空间位置;C、开启水槽实验装置利用图像记录设备记录实验过程,把实验视频转换成照片帧,在每帧照片中获得对应时刻示踪粒子的坐标,将所得坐标数据点依次连接描绘出示踪粒子的运动轨迹。

一种水槽实验中水质点示踪装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于实验装置领域,具体为一种水槽实验中水质点示踪装置及其使用方法。

背景技术

[0002] 已有研究表明,波浪对物体进行冲击时,产生最大伤害的冲击力不是表面行进的波速而是由波浪内部水质点的速度即海流速度,即使受灾体脆弱性很小,也难以避免波浪内部水质点所引起的海浪灾害。不仅在波浪场中,在真实波流场中的水质点的运动轨迹亦是质点原始坐标、时间、波高、波长和水深的函数,而且还要受到原始水流流速及其分布特性的影响。对实际水质点轨迹的示踪研究,由于缺乏必要的实验手段至今还进行得很少。

[0003] 水质点示踪是指利用人为制造的示踪剂来替代水质点,将水质点在波流场中的运动轨迹展示出来并可用摄像机等仪器拍摄记录。水质点示踪不仅是探讨波流场中水质点的运动特性的关键,而且可应用于相关波浪理论课程的教学演示,激发学生们的学习热情。

[0004] 目前对水质点运动轨迹的示踪手段多采用PIV流速测量系统,虽然PIV流速测量系统具有较高的精确度,但PIV整套设备过于昂贵,且拍摄结果不直观,后期处理步骤繁杂,不能直接展示出来。另一种较为常用的示踪方法是直接利用密度与水接近的固体浮子作示踪剂,但局限于现阶段的工艺技术,实验过程中水温要受气温或水泵等影响而变化,水容重也相应发生变化,固体浮子的比重不可能做到与水比重完全一致,浮子本身在静水中具有一定沉速或浮速。虽然也有人利用液体示踪剂来研究水质点的运动,在某种程度上弥补了固体浮子的一些缺陷,但液体示踪剂有易扩散的缺点,水质点运动较为剧烈时,以及追踪时间较长时容易失效。

发明内容

[0005] 本发明提供一种结构简单、操作方便、使用灵活方便、成本低且示踪性能良好的水槽实验中水质点示踪装置及其使用方法,其能直接观测水槽波流场中任一水质点运动轨迹。

[0006] 为实现上述技术目的,本发明采取的具体的技术手段为:一种水槽实验中水质点示踪装置,包括支架、横杆、以及示踪部件;所述支架安装于水槽上;所述横杆安装于支架上并可沿支架长边的长度方向滑动;所述示踪部件包括连接绳以及固定于连接绳上的示踪粒子;所述连接绳安装于横杆上并可沿横杆的长度方向移动。

[0007] 作为本发明改进的技术方案,所述支架包括两个平行设置的长杆,两个平行设置的长杆相向的一侧设有供横杆平行移动的滑槽;所述横杆在两端设有连接部,连接部的尺寸与滑槽的尺寸匹配,横杆通过连接部安装于滑槽中。

[0008] 作为本发明改进的技术方案,所述长杆标有刻度。

[0009] 作为本发明改进的技术方案,所述长杆底面设有安装槽,支架通过安装槽安装于水槽上。

[0010] 作为本发明改进的技术方案,所述连接绳通过卷管安装于横杆上;所述横杆在垂直于横杆上表面的方向设置矩形通孔槽;所述卷管通过矩形通孔槽安装于横杆上,并且卷管能通过矩形通孔槽沿横杆的长度方向移动。

[0011] 作为本发明改进的技术方案,所述卷管带有外螺纹,卷管通过螺母垫圈组合安装于横杆上。

[0012] 作为本发明改进的技术方案,所述横杆的上表面标有刻度。

[0013] 作为本发明改进的技术方案,所述连接绳为可吸水的绳,且连接绳的密度较水的密度小。

[0014] 作为本发明改进的技术方案,水槽实验中水质点示踪装置的使用方法,包括如下步骤:A、测量实验室中水槽的尺寸、率定波流场的波浪要素和水流流速,并根据所得数据确定支架的尺寸和示踪粒子的布设位置;B、根据实验需要,调节横杆在支架上的位置、卷管在横杆上的位置以及连接绳的长度确定示踪粒子的空间位置;C、开启水槽实验装置利用图像记录设备记录实验过程,把实验视频转换成照片帧,在每帧照片中获得对应时刻示踪粒子的坐标,将所得坐标数据点依次连接描绘出示踪粒子的运动轨迹。

[0015] 有益效果

该装置将示踪粒子用连接绳串接、连接绳缠绕于卷管上,卷管安装在支架上使示踪粒子处于悬浮状态,通过调整卷管的位置与连接绳的长度使得示踪粒子能处于波流场任一位置;另外,通过连接绳固定示踪粒子,使得示踪粒子不会因为与水体密度的差异而在重力与浮力作用下产生向下的合力,有效的改善了现有技术中示踪粒子沉降扩散的问题。该装置成本不足800元,而现有技术中的PIV示踪装置价格高达80万以上,极大地降低了制作成本,且示踪性能良好,可用于相关波浪课堂演示以及对精度要求较高的实验。

附图说明

[0016] 图1 本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置的主视图;

图2本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置的侧视图;

图3本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置的俯视图;

图4 本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置中长杆的端面视图;

图5本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置中横杆的主视图;

图6本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置中横杆的俯视图;

图7本发明的一种水槽实验中水质点示踪装置中卷管示意图;

图8 实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中在0m深处的示踪粒子轨迹图;

图9 实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中在0.132m深处的示踪粒子轨迹图;

图10 实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中在0.266m深处的示踪粒子轨迹图;

图11 实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中在0.356m深处的示踪粒子轨迹图;

图12 实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中在0.527m深处的示踪

粒子轨迹图；

图13实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中在0.66m深处的示踪粒子轨迹图；

图14 实施例1中的一种水槽实验中水质点示踪装置实验过程中示踪粒子在深度0m、0.132m、0.266m、0.356m、0.527m与0.66m处的示踪粒子综合轨迹图；

图中,1、卷管;2、支架;3、长杆;4、短杆;5、横杆;6、示踪粒子;7、连接绳;8、示踪部件;9、滑槽;10、安装槽;11、矩形通孔槽;12、连接部。

具体实施方式

[0017] 为使本发明实施例的目的和技术方案更加清楚,下面将结合本发明实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0018] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0019] 本发明中所述的“长、短”的含义指的是相对于设备本身而言,指支架的两边的尺寸,较长一侧为长杆,较短一侧为短杆,而非对本发明的装置机构的特定限定。

[0020] 本发明中所述的“连接”的含义可以是部件之间的直接连接也可以是部件间通过其它部件的间接连接。

实施例

[0021] 一种水槽实验中水质点示踪装置,包括支架2、横杆5、以及示踪部件8;所述支架2安装于水槽上,并且支架2的尺寸根据水槽的尺寸设置;所述横杆5安装于支架2上并可沿支架2长边的长度方向滑动;所述示踪部件8包括连接绳7以及固定于连接绳7上的示踪粒子6;所述连接绳7安装于横杆5上并可沿横杆5的长度方向移动。横杆5的长度方向是指整个横杆5整体最长的一个方向。

[0022] 在本实施例中,所述支架2包括两个平行设置的长杆3与分别固定于长杆3两端的两个短杆4;长杆3在底面设有安装槽10,安装槽10的尺寸与水槽的边缘尺寸匹配,支架2通过安装槽10安装于水槽上;两个平行设置的长杆3在相向的一侧设有供横杆5平行移动的滑槽9;所述横杆5在两端设有连接部12,连接部12的尺寸与滑槽9的尺寸匹配,横杆5通过连接部12安装于滑槽9中;所述横杆5在垂直于横杆5上表面的方向设置矩形通孔槽11,所述矩形通孔槽11只有四个侧壁,无底壁,四个侧壁所围成的空隙能够保证卷管1能够穿过矩形通孔槽11并能沿着空隙在横杆5的长度方向往返移动;所述连接绳7通过卷管1安装于横杆5上,所述卷管1带有外螺纹,卷管1穿过矩形通孔槽11后通过在卷管1位于横杆5的上方与下方同时安装螺母垫圈组合,实现将卷管1夹持于横杆5上,并且安装完成后通过松紧螺母垫圈组合移动卷管1,使卷管1能沿横杆5长度方向移动,具体为通过调节两个螺母垫圈组合的松紧度进而使得卷管1能够活动,然后根据实验需要调整卷管1在横杆5上的位置;

为了使得调整示踪粒子6在水槽中的位置更加方便,长杆3、横杆5上表面以及连接绳7标有刻度。

[0023] 为了使得连接绳7对波流场运动的影响最小所述连接绳7为可吸水的绳,且连接绳7的密度较水的密度小。且连接绳7的直径小于示踪粒子6的直径。

[0024] 作为本发明改进的技术方案,所述水槽实验中水质点示踪装置的使用方法包括如下步骤:A、测量实验室中水槽的尺寸、率定波流场的波浪要素和水流流速,并根据所得数据确定支架2的尺寸和示踪粒子6的布设位置;B、根据实验需要,调节横杆5在支架2上的位置、卷管1在横杆5上的位置以及连接绳7的长度确定示踪粒子6的空间位置;C、开启水质点示踪装置利用摄像机拍摄实验过程,并将实验视频转换成照片帧,在每帧照片中获得对应时刻示踪粒子6的坐标,将所得坐标数据点依次连接描绘出示踪粒子6的运动轨迹。

[0025] 本实施例中基于示踪粒子6悬浮的水质点示踪的水槽实验装置所用仪器及结构尺寸:

1. 水槽长 \times 宽 \times 高=60m \times 1m \times 1.5m;

2. 示踪部件8由六个密度1.03g/cm³、直径2mm的球状ABS塑料颗粒示踪粒子6在3m长的可吸水的连接绳7上排列组成,静止状态时,连接绳7处于水槽中央位置,与两边壁的距离均为0.5m;

3. 卷管1由高 \times 直径=0.20m \times 0.05m、牙距为1.0mm的圆柱螺纹钢管构成,卷管1通过螺母垫圈组合固定于横杆5上,并且卷管1在伸出上方螺母垫圈组合的部分可作为用于调整连接绳7长度的转动手柄。

[0026] 支架2由不锈钢材料制备而成,形成“类口”形支架2,其中支架2长杆3尺寸为:长 \times 宽 \times 高=1.5m \times 0.2m \times 0.14m,长杆3上滑槽9的尺寸为:长 \times 宽 \times 高=1.1m \times 0.03m \times 0.02m;支架2长杆3上安装槽10的尺寸为:长 \times 宽 \times 高=1.5m \times 0.1m \times 0.04m;支架2短杆4尺寸为:长 \times 宽 \times 高=0.8m \times 0.1m \times 0.14m,为了保证支架2的稳固性在支架2的外围设有框架;横杆5的尺寸为:长 \times 宽 \times 高=0.8m \times 0.1m \times 0.14m;横杆5连接部12的尺寸:长 \times 宽 \times 高=0.03m \times 0.1m \times 0.02m,横杆5上矩形通孔槽11的尺寸为长 \times 宽=0.8m \times 0.06m。

[0027] 拍摄装置主体为佳能5DMax111及配套三脚架,三脚架中心固定在示踪粒子6连接绳7正前方1.5m处。

[0028] 本发明装置的工作过程如下:

1. 按照图1所示,取水槽水深0.66m,对波浪进行率定,在实施例1的条件下规则入射水波波高为0.10m,入射波的周期选用1.20秒,波浪经过示踪部件8后,引起示踪粒子6运动。

[0029] 首先,将支架2固定于实验所需的范围处,将示踪部件8大致移动到需观测位置,再通过横杆5在长杆3上的位置调整示踪部件8在X方向的位置;然后通过卷管1在横杆5上的位置调整示踪部件8在Y方向的位置;最后旋转卷管1调节连接绳7的长度,使六个示踪粒子6均位于波流场中所需观测水质点位置。

[0030] 使用摄像机拍摄示踪粒子6的运动轨迹。

[0031] 如需研究不同波浪要素对水质点运动的轨迹,则只需在上述过程1中改变波浪要素初始条件,然后再根据上述过程2~3进行试验。

[0032] 对所测得的试验数据进行分析,示踪粒子6深度为0m的结果如图8、示踪粒子6深度为0.132m的结果如图9、示踪粒子6深度为0.266m的结果如图10、示踪粒子6深度为0.356m的

结果如图11、示踪粒子6深度为0.527m的结果如图12、示踪粒子6深度为0.66m的结果如图13。示踪粒子6在六个不同深度处的拟合轨迹在同一坐标系的结果如图14所示。

[0033] 由图8、图9、图10、图11与图12中可以看出,实测示踪粒子6轨迹均呈现明显的封闭椭圆;由图13可知水底处示踪粒子6只沿长轴方向左右摆动;由图14可以看出,在相同波浪要素下,不同深度处的水质点轨迹随着深度的增加而变小,长短轴差异随深度增加而增大,均符合波浪理论的规律。

[0034] 由表1中的误差分析可知数据点的拟合轨迹与理论水质点轨迹误差均不超过1%,精度非常高,说明示踪装置的示踪性能良好。表1中a实际指的是示踪粒子拟合轨迹的长半轴;a理论指的是根据波浪理论推算的水质点轨迹的长半轴;表中“-”代表水下,例如“-0.266m”代表水下深度为0.266m。

[0035] 表1 示踪粒子在不同深度下测量的结果与实际结果的误差值

示踪粒子深度	误差=(a实际-a理论)/a理论
z=-0m	0.3685%
z=-0.132m	0.1279%
z=-0.266m	0.2348%
z=-0.356m	0.2440%
z=-0.527m	0.6986%
z=-0.66m	0.1324%
平均误差	0.3014%

原理:现有示踪手段局限于直接将示踪粒子6投入水中,示踪粒子6的密度与水必然存在差异,浮力与重力不能完全平衡,示踪粒子6在合力作用下会产生自身的升降运动,不能等效地替代自然状态中的水质点,示踪粒子6的直观性也不够好。本发明通过示踪粒子6连接绳7串接密度比水稍大的示踪粒子6并与可移动支架2相连接,使得示踪粒子6处于“悬浮状态”,能够等效替代静态波流场中的水质点,为了降低连接绳7对示踪粒子6在运动波流场中的竖向约束作用,连接绳7选用可吸水的轻细绳并在水槽底部留有足够的富余长度。

[0036] 示踪粒子6连接绳7采用可吸水的自身密度可忽略不计的细绳,连接绳7吸水后密度与水接近,可近似替代所在位置的水体,几乎不对波流场的运动产生影响。

[0037] 以上仅为本发明的实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些均属于本发明的保护范围。

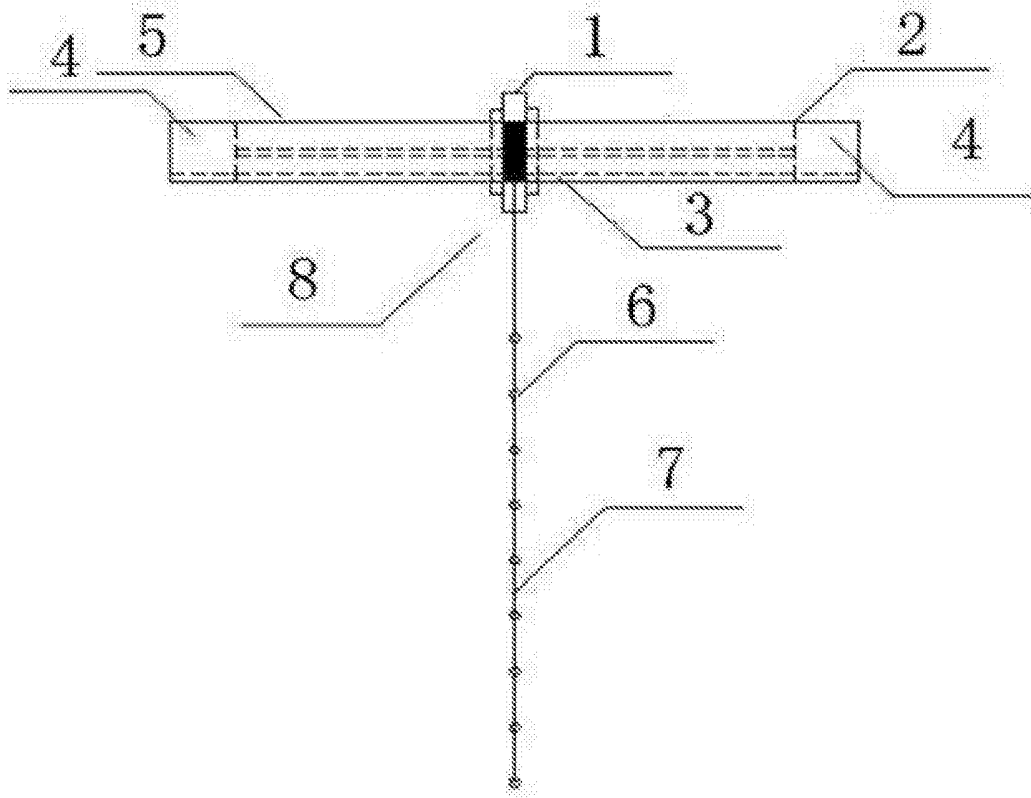


图1

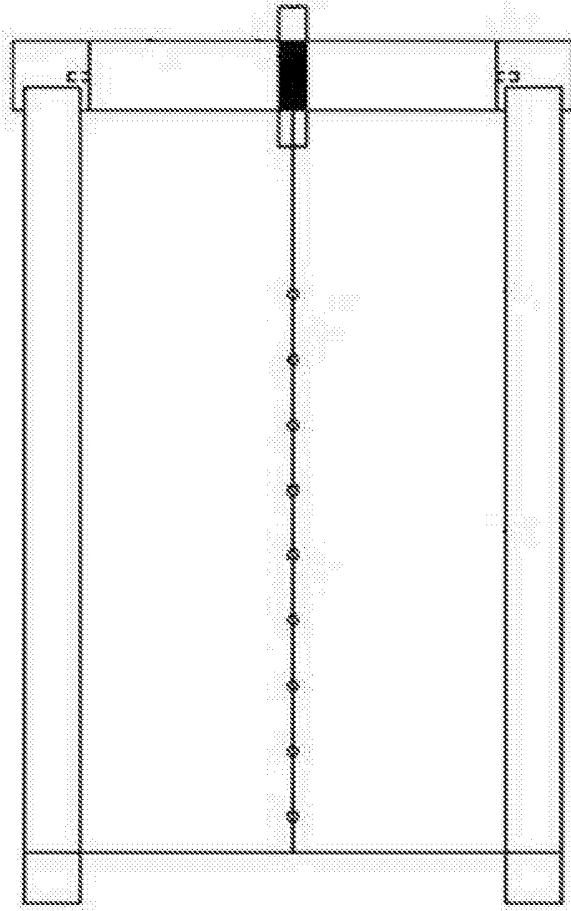


图2

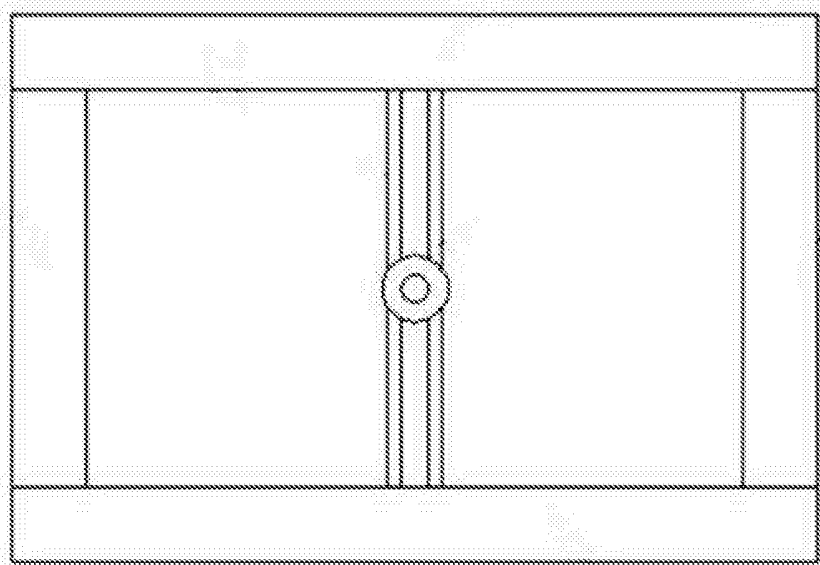


图3

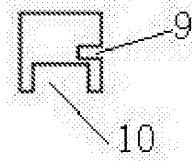


图4

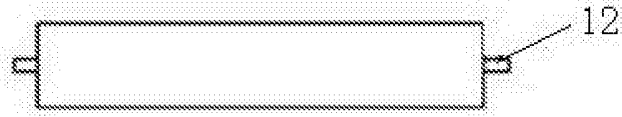


图5

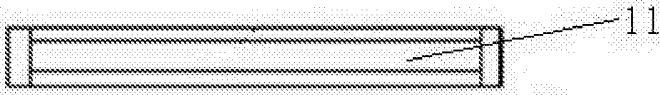


图6

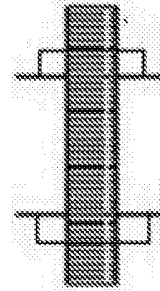


图7

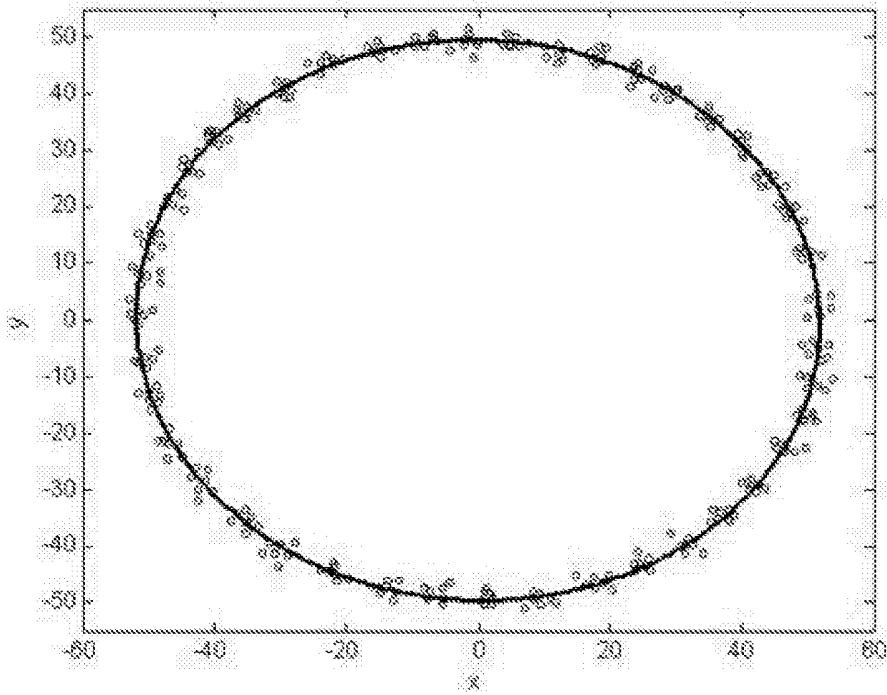


图8

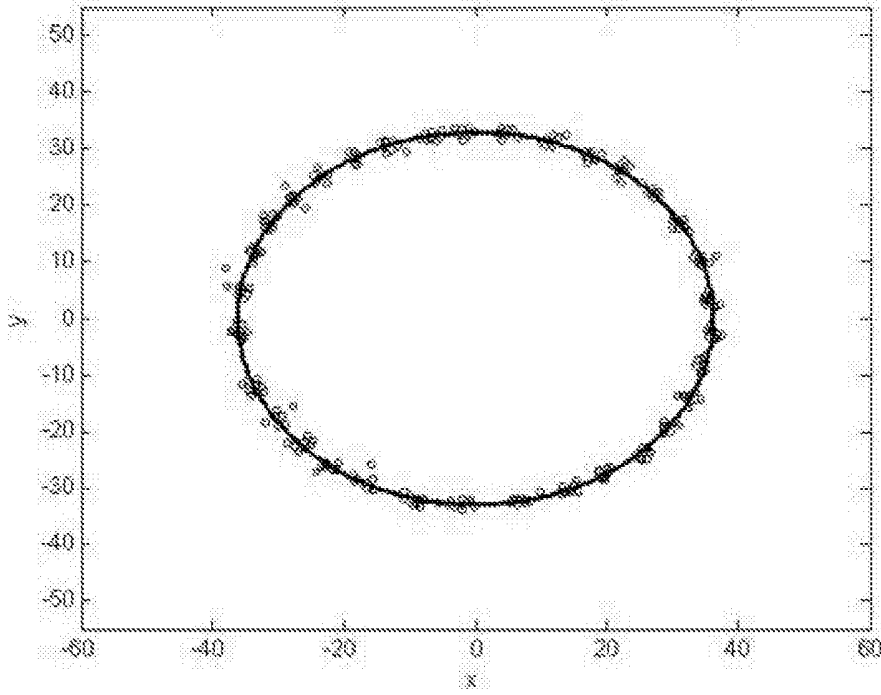


图9

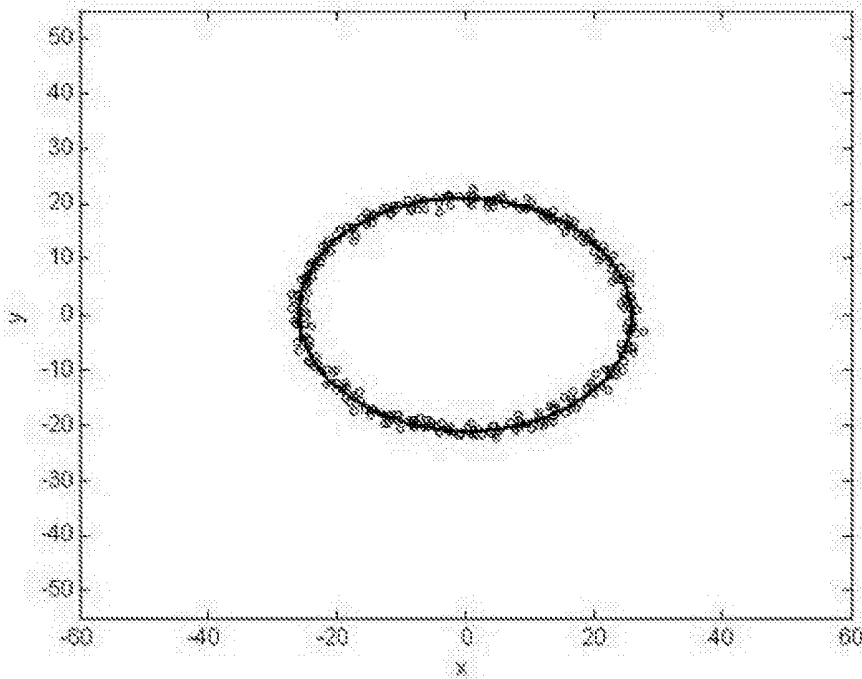


图10

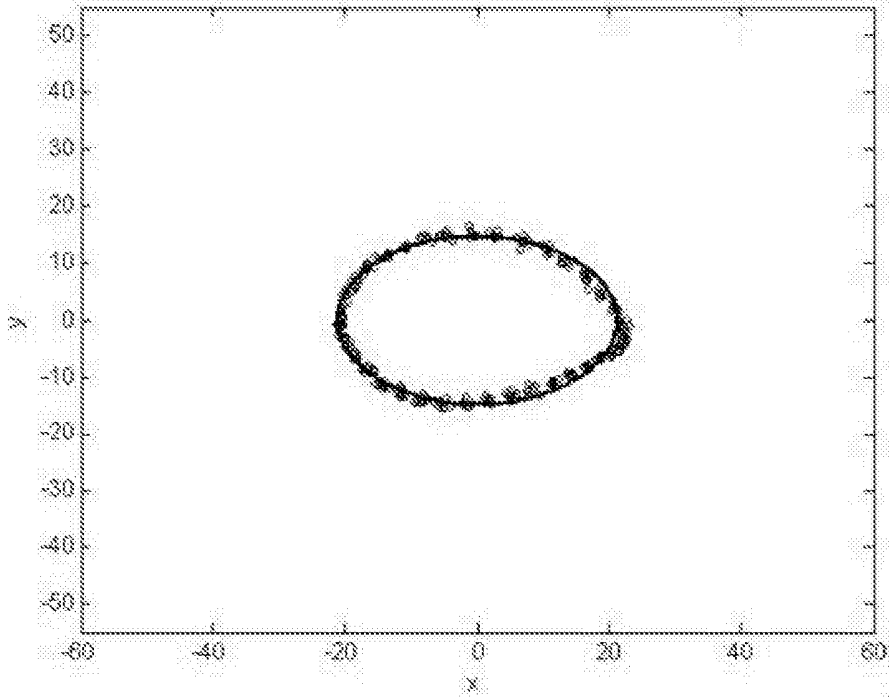


图11

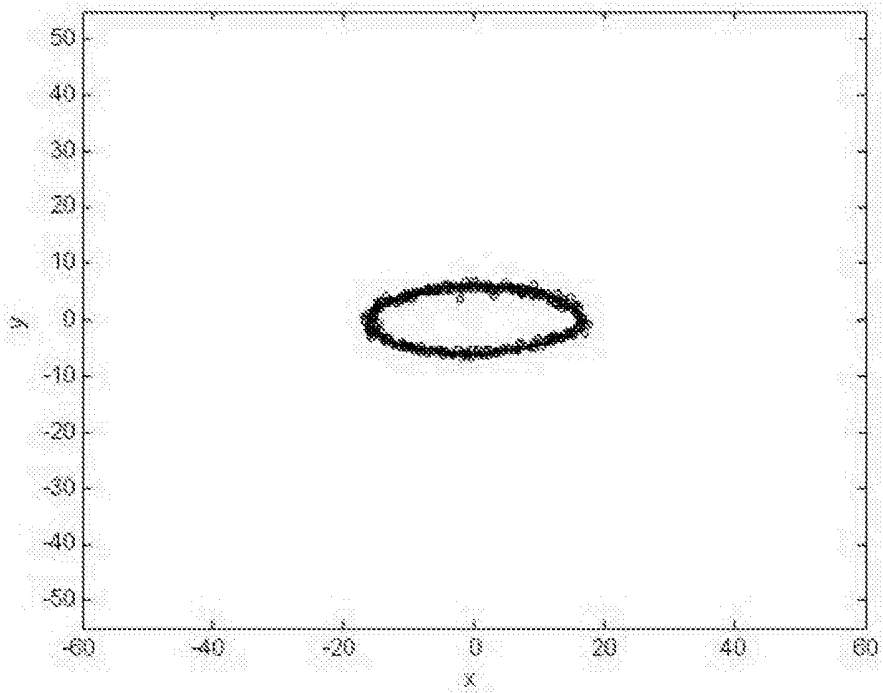


图12

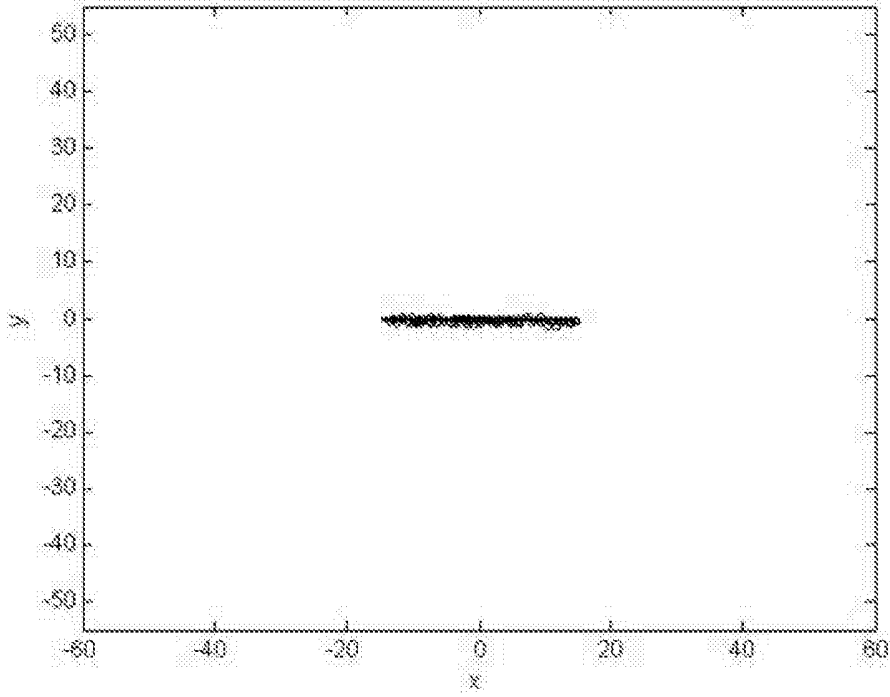


图13

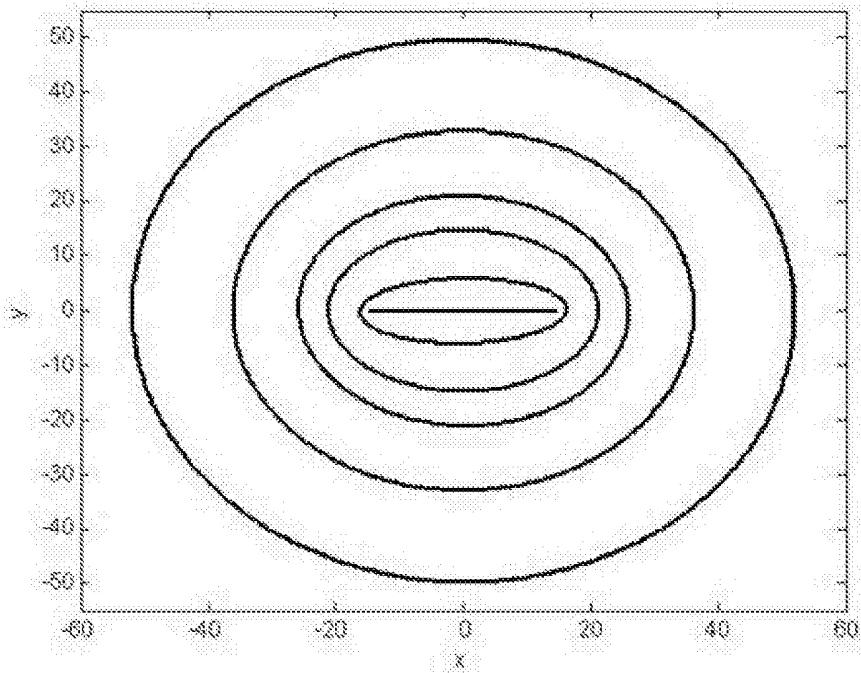


图14