

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 1/04 (2006.01)

G01S 5/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410101177.7

[45] 授权公告日 2008年7月23日

[11] 授权公告号 CN 100405078C

[22] 申请日 2004.12.20

[21] 申请号 200410101177.7

[73] 专利权人 香港理工大学

地址 香港九龙红磡

[72] 发明人 徐幼麟 丁晓利

[56] 参考文献

US5841353A 1998.11.24

CN2358562Y 2000.1.12

GPS RTK 技术在虎门大桥运营安全监测中的应用. 朱桂新, 陈旭东, 王迎军, 许晓辉, 过静王君. 公路, 第7期. 2002

基于 GPS、GIS 技术的桥梁结构健康监测与管理信息系统. 程朋根, 李大军, 史文中, 龚健雅. 公路交通科技, 第21卷第2期. 2004

审查员 李 静

[74] 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

代理人 王玉双 王艳江

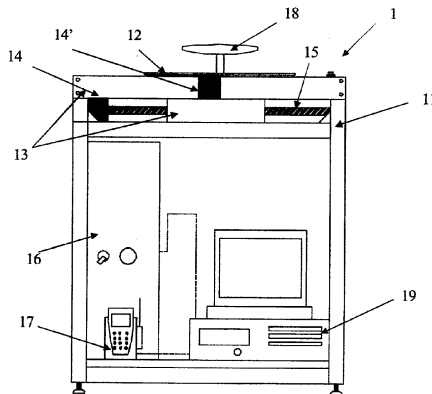
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

[54] 发明名称

用于全球定位系统的二维动态校准台及校准方法

[57] 摘要

本发明公开了一种二维动态校准台, 用于校准布设在结构物上的 GPS 系统, 包括: 一支撑框架; 一运动平台; 一双层双向运动机构, 设置在该支撑框架和该运动平台之间, 用于驱动该运动平台沿正交的两个方向作二维运动; 一电子控制系统, 设置在该支撑框架上, 用于控制该双层双向运动机构的驱动动作; GPS 接收机, 其设置在该支撑框架上; 和一计算机系统, 用于根据原始输入的运动信号, 向该电子控制系统发出控制指令; 同时, 该计算机系统还获取该 GPS 接收机接收到的 GPS 信息; 从而得出该 GPS 系统对该运动平台的二维运动的监测结果, 并通过将该监测结果与运动平台的运动信号相比较, 得出该 GPS 系统的监测精度。



1、一种二维动态校准台，用于校准布设在结构物上的 GPS 系统，其中包括：

— 一 支承框架（11），用于支承该校准台的各组成部件；

— 一 运动平台（12），用于模拟该结构物的二维动态位移；

— 一 双层双向运动机构（13），设置在该支承框架（11）和该运动平台（12）之间，用于驱动该运动平台（12）沿正交的两个方向 X 和 Y 作二维运动；

— 一 电子控制系统（16），设置在该支承框架（11）上，用于控制该双层双向运动机构（13）的驱动动作；

— 一 GPS 接收机（17），其设置在该支承框架（11）上，而该接收机的天线（18）设置在该运动平台（12）上，并随该运动平台一起作二维运动；和

— 一 计算机系统（19），该计算机系统与该电子控制系统（16）连接，用于根据原始输入到该计算机系统的运动信号，向该电子控制系统发出控制指令；同时，该计算机系统还包括 16 通道的数据采集系统，用于获取该运动平台的运动信息；

该计算机系统还计算该 GPS 接收机（17）接收到的 GPS 信息，从而得出该 GPS 系统对该运动平台（12）的二维运动的监测结果，通过将该监测结果与运动平台的运动信号相比较，得出该 GPS 系统的监测精度。

2、如权利要求 1 所述的二维动态校准台，其中该双层双向运动机构（13）包括上下两层运动单元，该下层运动单元固设在该支承框架（11）上，上层运动单元设置在该下层运动单元上，并可相对于该下层运动单元沿一第一方向运动，该运动平台（12）设置在该上层运动单元上，并可相对于该上层运动单元沿一第二方向运动，其中该第一方向与该第二方向垂直。

3、如权利要求 2 所述的二维动态校准台，其中该下层运动单元由一铝框架（20）、一第一滚珠螺旋杆（15）、第一滑动导杆（21）、一第一伺服电机（14）和一第一离合器（22）组成，该铝框架（20）可滑动地设置在该第一滑动导杆（21）上，该第一伺服电机（14）通过该第一离合器（22）驱动该第一滚珠螺旋杆（15）旋转，该第一滚珠螺旋杆（15）驱动该铝框架（20）在该第一滑动导杆（21）上运动。

4、如权利要求 3 所述的二维动态校准台，其中该上层运动单元包括设置在下层运动单元的铝框架（20）上的第二滚珠螺旋杆（15'）、第二滑动导杆（21'）、第二伺服电机（14'）和第二离合器（22'），运动平台（12）安装在该第二滚珠螺旋杆（15'）和第二滑动导杆（21'）上，并由该第二伺服电机（14'）驱动。

5、如权利要求 1 所述的二维动态校准台，其中该计算机系统包括一界面模块，用于与操作者进行交互，操作者通过该界面模块可输入该原始的运动信号，同时该界面模块显示最终的比较结果。

6、如权利要求 1 所述的二维动态校准台，其中该 GPS 接收机的天线通过螺栓安装在该运动平台上。

7、如权利要求 1 所述的二维动态校准台，其中该电子控制系统通过一运动控制板，用于将该运动平台的目标位移转换成滚珠螺旋杆在两个方向的目标转数的脉冲。

8、如权利要求 1 所述的二维动态校准台，其中原始输入到该计算机系统的运动信号是正弦波信号或圆形波信号，或结构物二维运动信号。

9、一种对进行二维动态位移监测的 GPS 系统进行校准的方法，包括如下步骤：

在目标位置架设校准台；

使该校准台产生一原始动态位移信号；

通过 GPS 系统监测该原始动态位移信号；

通过比较该 GPS 系统的监测结果与该原始动态位移信号，得出该 GPS 系统的监测精度；

根据该监测精度校准该 GPS 监测系统。

10、如权利要求 9 所述的一种对进行二维动态位移监测的 GPS 系统进行校准的方法，其中该原始动态位移信号为正弦波信号或圆形波信号，或结构物二维运动信号。

11、如权利要求 9 所述的一种对进行二维动态位移监测的 GPS 系统进行校准的方法，其中该原始动态位移信号的频率范围为 0.02Hz~2Hz，振幅范围为 2mm 到 40mm。

用于全球定位系统的二维动态校准台及校准方法

技术领域

本发明涉及一种测试仪器，尤指一种用于校准从全球定位系统中获得的信息的二维动态校准台及其校准方法。

背景技术

诸如高楼、大桥等大型市政工程建筑在强风的作用下所发生的结构位移的大小，是评价该建筑安全性的关键因素。由于全球定位系统（GPS：Global Position System）能够覆盖全球范围，并且能够在各种测量条件下实现不间断操作，所以全球定位技术已经广泛地运用在监测大型市政工程建筑在强风作用下的静态和动态位移响应。GPS 技术的最新发展已经使得 GPS 成为监测大型市政工程建筑的有力工具。在香港，已经在青马大桥上安装了 GPS 网络。

GPS 用于动态位移测量的精度是亚厘米到毫米级，然而，其精度取决于许多因素，诸如 GPS 接收机的采样频率、卫星的覆盖率、多路径效应和 GPS 数据处理等等。这些因素对于位于特定环境中的大型市政工程建筑来说，也是特定的。所以对 GPS 系统进行动态校准以评估其测量精度也变得越来越重要和频繁，尤其是随时有各种新型的 GPS 接收机和数据处理软件面世，当采用这些新型的系統时，均需要对其进行校准才能够投入使用。

目前，没有完善的办法来现场校准该用于大型市政工程建筑的动态位移测量的 GPS 系统的性能。目前发展出的校准方法主要是使用电磁激励器或一维小型震动台。

因此，有必要发展出一种检测和校准该 GPS 测试方法的精度的二维动态校准台及其校准方法。

发明内容

由上述可知，本发明的主要目的是提供一种二维动态校准台，其可产生各种类型在水平平面内或垂直平面内的二维运动，以模仿大型建筑在强风作

用下的动态位移,从而通过将产生的动态位移与通过 GPS 系统检测得到结果相比较,来对布设在该大型建筑上的 GPS 系统进行方便地校准操作。

本发明的第二目的是提供一种对监测大型结构动态位移的 GPS 系统进行校准的方法。

为了实现上述目的,本发明提供了一种二维动态校准台,用于校准布设在建筑物上的 GPS 系统,其中包括:一支撑框架,用于支撑该校准台的各组成部件;一运动平台,用于模拟该结构物的二维动态位移;一双层双向运动机构,设置在该支撑框架和该运动平台之间,用于驱动该运动平台沿正交的两个方向 X 和 Y 作二维运动;一电子控制系统,设置在该支撑框架上,用于控制该双层双向运动机构的驱动动作;GPS 接收机,其设置在该支撑框架上,而该接收机的天线设置在该运动平台上,并随该运动平台一起作二维运动;和一计算机系统,该计算机系统与该电子控制系统连接,用于根据原始输入到该计算机系统的运动信号,向该电子控制系统发出控制指令;同时,该计算机系统还包括 16 通道的数据采集系统,用于获取该运动平台的运动信息;该计算机系统还计算该 GPS 接收机接收到的 GPS 信息,从而得出该 GPS 系统对该运动平台的二维运动的监测结果,通过将该监测结果与运动平台的运动信号相比较,得出该 GPS 系统的监测精度。

如上所述的二维动态校准台,其中该双层双向运动机构包括上下两层运动单元,该下层运动单元固设在该支撑框架上,上层运动单元设置在该下层运动单元上,并可相对于该下层运动单元沿一第一方向运动,该运动平台设置在该上层运动单元上,并可相对于该上层运动单元沿一第二方向运动,其中该第一方向与该第二方向垂直。

如上所述的二维动态校准台,其中该下层运动单元由一铝框架、一第一滚珠螺旋杆、第一滑动导杆、一第一伺服电机和一第一离合器组成,该铝框架可滑动地设置在该第一滑动导杆上,该第一伺服电机通过该第一离合器驱动该第一滚珠螺旋杆旋转,该第一滚珠螺旋杆驱动该铝框架在该第一滑动导杆上运动。

如上所述的二维动态校准台,其中该上层运动单元包括设置在下层运动单元的铝框架上的第二滚珠螺旋杆、第二滑动导杆、第二伺服电机和第二离合器,运动平台安装在该第二滚珠螺旋杆和第二滑动导杆上,并由该第二伺

服电机驱动。

如上所述的二维动态校准台，其中该计算机系统包括一界面模块，用于与操作者进行交互，操作者通过该界面模块可输入该原始的运动信号，同时该界面模块显示最终的比较结果。

如上所述的二维动态校准台，其中该接收机的天线通过螺栓安装在该运动平台上。

如上所述的二维动态校准台，其中该电子控制系统通过一运动控制板，用于将该运动平台的目标位移转换成滚珠螺旋杆在两个方向的目标转数的脉冲。

如上所述的二维动态校准台，其中原始输入到该计算机系统的运动信号是正弦波信号或圆形波信号，或结构物二维运动信号。

本发明的另一方面还提供了一种对进行二维动态位移监测的 GPS 系统进行校准的方法，包括如下步骤：在目标位置架设校准台；使该校准台产生一原始动态位移信号；通过 GPS 系统监测该原始动态位移信号；通过比较该 GPS 系统的监测结果与该原始动态位移信号，得出该 GPS 系统的监测精度；根据该监测精度校准该 GPS 监测系统。

如上所述的一种对 GPS 系统进行校准的方法，其中该原始动态位移信号为正弦波信号或圆形波信号，或结构物二维运动信号。

如上所述的一种对 GPS 系统进行校准的方法，其中该原始动态位移信号的频率范围为 0.02Hz~2Hz，振幅范围为 2mm 到 40mm。

本发明的二维动态校准台可在各种观察条件下测试 GPS 系统监测大型市政工程结构的各种类型运动的精度。该二维动态校准台能够生成各种类型的二维运动，其频率范围为 0.02Hz~2Hz，振幅范围为 2mm 到 40mm，以仿真高层建筑和大跨度桥梁在风力作用下沿两个正交方向的运动。

该二维动态校准台包含的控制系统，可以高精度地控制该校准台的运动，因此可以将该校准台作为基准来评价 GPS 系统的性能和精度。而且，还提供有用户友好的界面，以方便使用。

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明。

附图说明

图 1 是本发明的二维动态校准台的结构示意图；

图 2 是本发明的二维动态校准台的平面图；

图 3A 显示了本发明的二维动态校准台的双层双向运动机构的下层结构示意图；

图 3B 显示了本发明的二维动态校准台的双层双向运动机构的上层结构示意图；

图 4 是本发明的二维动态校准台的工作流程图；

图 5 是本发明的二维动态校准台的配套软件的操作界面。

具体实施方式

如图 1 和图 2 所示,本发明的该二维动态校准台 1 包括:一支撑框架 11,用于支承该校准台的各组成部件;一运动平台 12,用于模拟该结构物的二维动态位移;一双层双向运动机构 13,设置在该支撑框架 11 和该运动平台 12 之间,用于驱动该运动平台 12 沿正交的两个方向 X 和 Y 作二维运动;一电子控制系统 16,设置在该支撑框架 11 上,用于控制该双层双向运动机构 13 的驱动动作;GPS 接收机 17,其设置在该支撑框架 11 上,而该接收机的天线 18 设置在该运动平台 12 上,并随该运动平台一起作二维运动;和一计算机系统 19,该计算机系统与该电子控制系统 16 连接,用于根据原始输入到该计算机系统的运动信号,向该电子控制系统发出控制指令;同时,该计算机系统还包括 16 通道的数据采集系统,用于获取该运动平台的运动信息。该计算机系统还计算接收到的 GPS 信息。

在本实施例中,该运动平台 12 的尺寸为 400mm (宽) X 400mm (长) X 5mm (厚)。而支撑框架 11 的总体尺寸为 720mm (宽) X 720mm (长) X 800mm (高)。该校准台 1 用轻质材料,例如铝合金制成,从而便于携带,利于在建筑物的现场进行校准工作。另外,该支撑框架的四条支承腿是可以调整的,以确保该运动平台 12 总是在水平面内。该校准台 1 也可转 90 度,使运动平台在垂直平面内。GPS 天线 18 通过螺栓安装在该运动平台 12 上,对应的螺孔沿该运动平台 12 的 X 和 Y 方向间隔 50mm。

由上述可知,该运动平台 12 是通过一双层双向运动机构 13 设置在支撑框架 11 上的。在本发明的一个实施例中,如图 3A 和图 3B 所示,该双层双

向运动机构 13 包括上下两层运动单元，该下层运动单元固设在该支撑框架 11 上，上层运动单元设置在该下层运动单元上，并可相对于该下层运动单元沿一第一方向（Y 方向）运动，该运动平台 12 设置在该上层运动单元上，并可相对于该上层运动单元沿一第二方向（X 方向）运动，其中该第一方向与该第二方向垂直。

如图 3A 所示，该下层运动单元由一铝框架 20、一第一滚珠螺旋杆 15、两第一滑动导杆 21、第一伺服电机 14 和第一离合器 22 组成，该铝框架 20 呈 90 度安装在该第一滚珠螺旋杆 15 和滑动导杆 21 上。该第一伺服电机 14 通过该第一离合器驱动该第一滚珠螺旋杆 15 旋转，该第一滚珠螺旋杆 15 驱动该铝框架 20 在该第一滑动导杆 21 上运动。

如图 3B 所示，该上层运动单元包括设置在下层运动单元的铝框架 20 上的第二滚珠螺旋杆 15'、第二滑动导杆 21'、第二伺服电机 14' 和第二离合器 22'。运动平台 12 然后安装在上层运动单元的第二滚珠螺旋杆 15' 和第二滑动导杆 21' 上。两滚珠螺旋杆 15、15' 由两个精确的伺服电机 14、14' 通过电子控制系统 16 来控制。从而给该运动平台 12 提供二维的运动。

下面描述本发明的校准台的工作过程。在目标位置点架设该校准台 1，该目标位置点包括高层建筑和大桥上等布设有 GPS 网络的地方，也即需要校准的位置。在无风条件下，通过该计算机系统 19 输入模仿该待校准建筑在强台风作用下的二维动态位移，该计算机系统 19 解析该输入信号，然后生成一系列的控制指令，该电子控制系统 16 执行该控制指令，控制伺服电机 14、14' 驱动该滚珠螺旋杆 15、15'，最终由该运动平台 12 输出二维动态位移，从而该运动平台 12 的运动模仿了该建筑在风载作用下的运动。由于 GPS 接收机 17 的天线 18 随该运动平台 12 一起运动，所以该 GPS 接收机 17 与参考站一起也能够同时接收全球定位系统的信息，该信息传送到该计算机系统，通过与该接收机配套的数据处理软件，该计算机系统就能够计算出通过全球定位系统获得的该运动平台 12 的动态位移。然后该计算机系统通过比较该输入的二维运动，与通过该 GPS 系统获得的二维运动，从而得到该 GPS 系统的监测精度，并对其进行校准。在有微风条件下，上述工作过程也可应用，仍需多设置一 GPS 接收机。

为了确保该校准台 1 能够精确地再现输入的目标运动，该校准台 1 的电

子控制系统 16 包含了复杂的控制过程。该电子控制系统 16 首先通过设置在计算机系统 19 中的一 ADLINK PCI-8164 运动控制板，将该校准台的目标位移转换成在两个方向的滚珠螺旋杆 15、15' 的目标转数的脉冲。每个伺服电机 14、14' 由该电子控制系统 16 进行控制，以驱动该滚珠螺旋杆 15、15'。该电子控制系统 16 同时接收伺服电机 14、14' 发出的位置反馈信号，以决定是否到了目标位置。该伺服电机 14、14' 的转动运动最终经过译码器转变为该校准台的位移。该伺服电机的型号是 MITSUBISHI HC-MFS43 是由日本生产。在本发明的一个实施例中，该伺服电机的信息是通过国家仪器公司 (National Instruments) 的 NI-6035E 采集板来获取的，其采样频率为 50Hz。该 16 通道的数据采集系统与名为“运动发生器”的计算机程序相交互，该计算机程序为本发明的系统与用户进行交互的接口，其操作界面如图 5 所示。另外，本发明系统的电源控制设置中具有断路器 (MCB)，用于保护伺服电机和个人计算机。

本发明的校准台在制成后，使用位移测量精度为 0.01mm 的 LK501 激光位移变换器在实验室中进行了校准。测得该二维动态校准台的测量误差低于 0.3%。

为了验证本发明的校准台的工作状况，在香港的开阔地进行了一系列的现场测试。所用的 GPS 系统主要包括两个 Leica AT504 环形天线 (Choke Ring antenna) 和两个采样频率为 20Hz 的 Leica GX1230 GPS 接收机。

首先使用静态天线来进行静态测试，来测试 GPS 系统的背景噪声。通过持续 9 小时观察该静态测试数据，发现背景噪声主要由低频分量组成。由此可以设计一个带通滤波方案，用于 GPS 系统记录的所有数据。然后进行动态测试，以评价该 GPS 系统在测试正弦和圆形位移时的精度。通过比较由该 GPS 系统记录的校准台的运动和由校准台产生的原始运动，发现如果位移的振幅大于 5mm，并且运动频率小于等于 1Hz，GPS 系统能够精确地测量正弦或圆形的动态位移。最后使用包括频率范围为 0.025Hz - 1.8Hz 频率范围的一维白噪声随机波形，和在台风作用下从帝王大厦测量得到的、由台风引起的建筑物的二维运动的复合信号来评价该 GPS 系统的动态位移测量精度。比较结果显示，该 GPS 系统能够满意地跟踪高层建筑在风力作用下的动态响应。

图 4 示出了本发明的二维动态校准台的工作流程图。其中在步骤 41，首先在目标点架设本发明的校准台。然后通过计算机系统输入原始的运动信号，从而在该计算机系统的控制下使得该校准台的运动平台产生二维动态运动，该二维动态运动仿真了建筑物在风载下的动态位移（步骤 42）。通过 GPS 系统监测该二维动态运动，得到一监测结果（步骤 43）。通过比较该监测结果与运动平台的运动信号（步骤 44），从而得到该 GPS 系统对于该二维动态运动的监测精度，最终根据该监测精度对该布设在建筑物上的 GPS 系统进行校准（步骤 45）。

本发明的校准台除了可以校准 GPS 系统之外，还可以用于校准其它仪器，例如位移传感器和加速度计等。

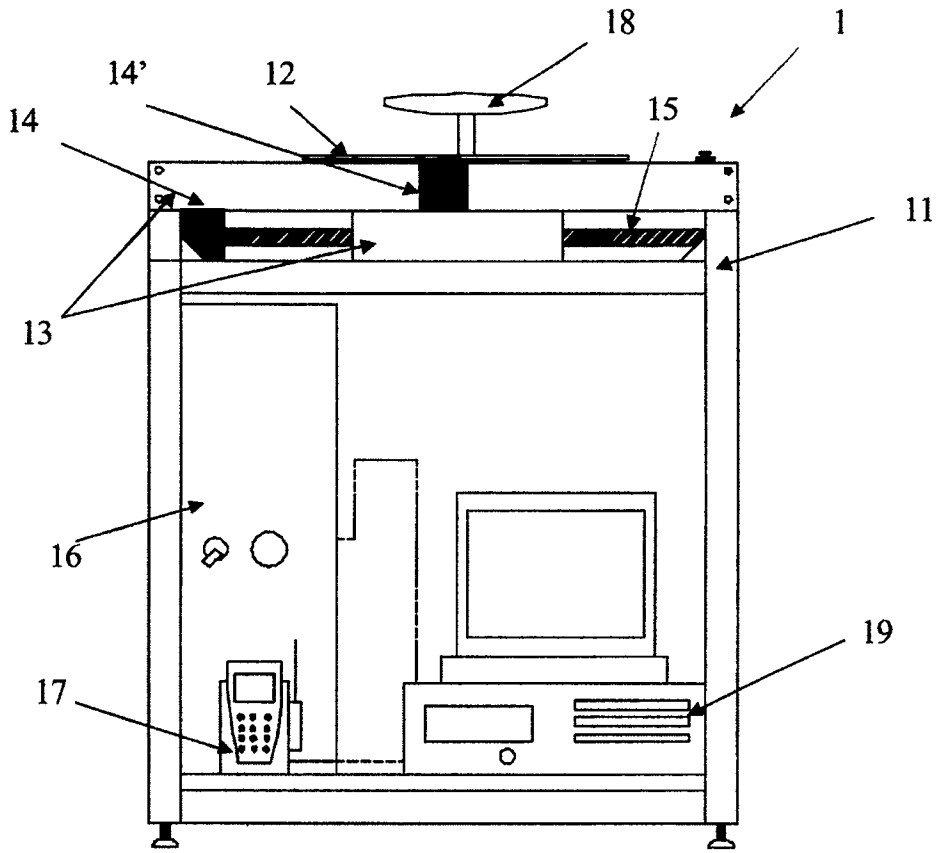


图 1

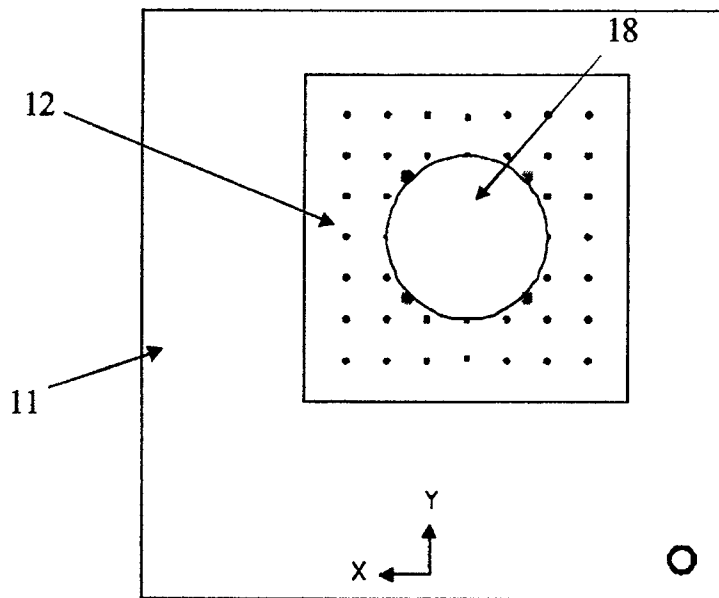


图 2

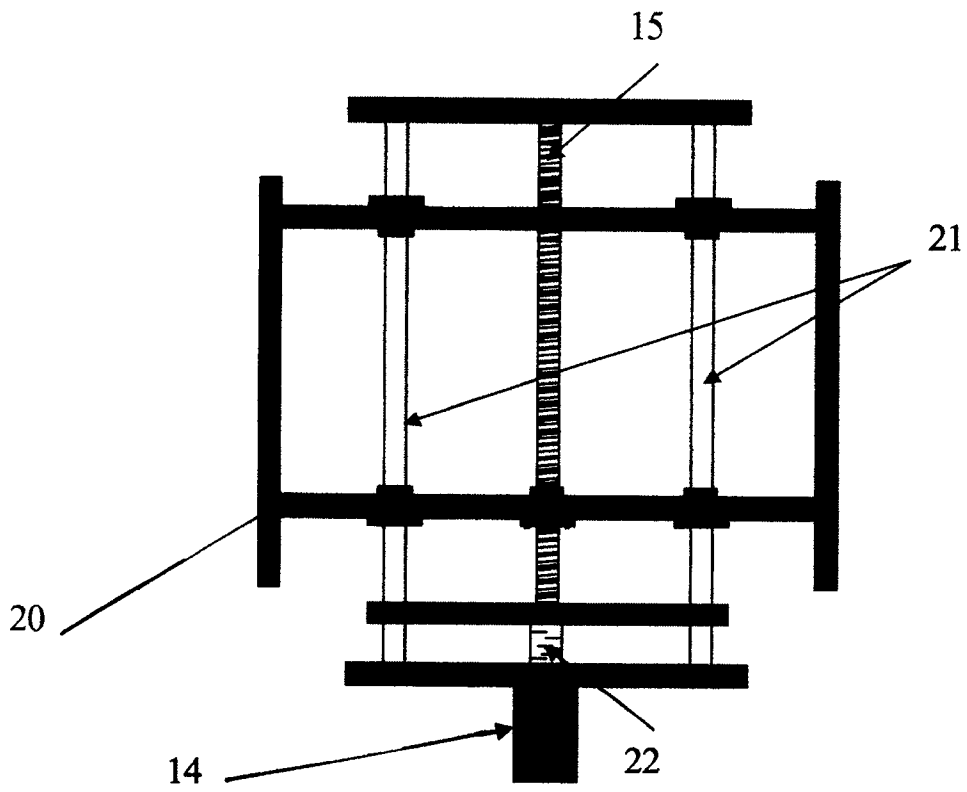


图 3A

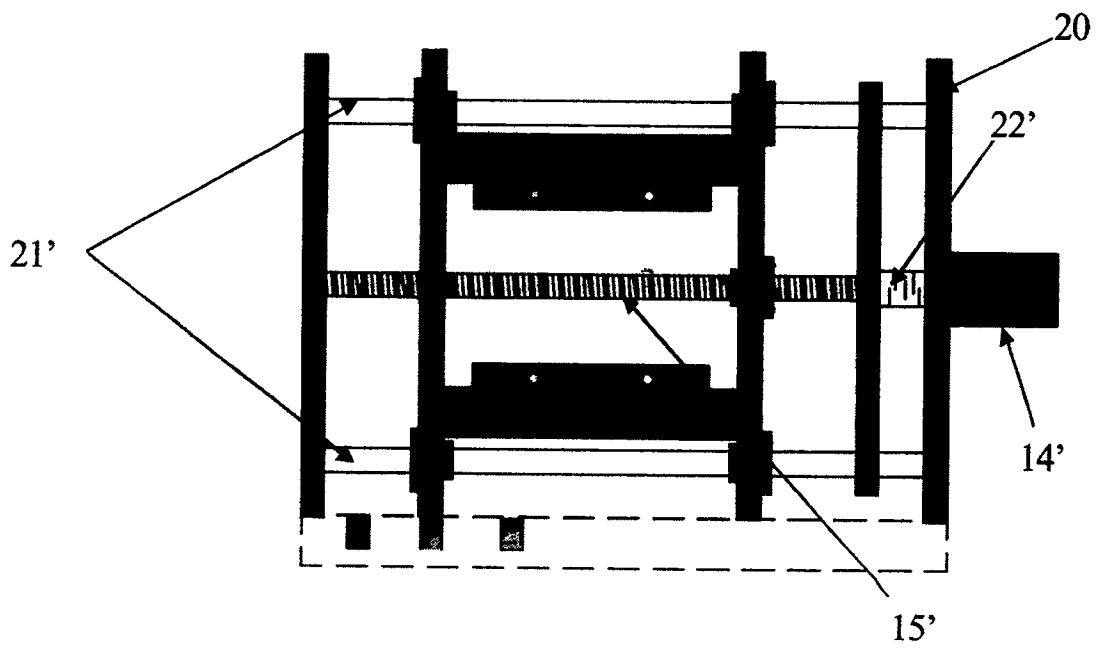


图 3B

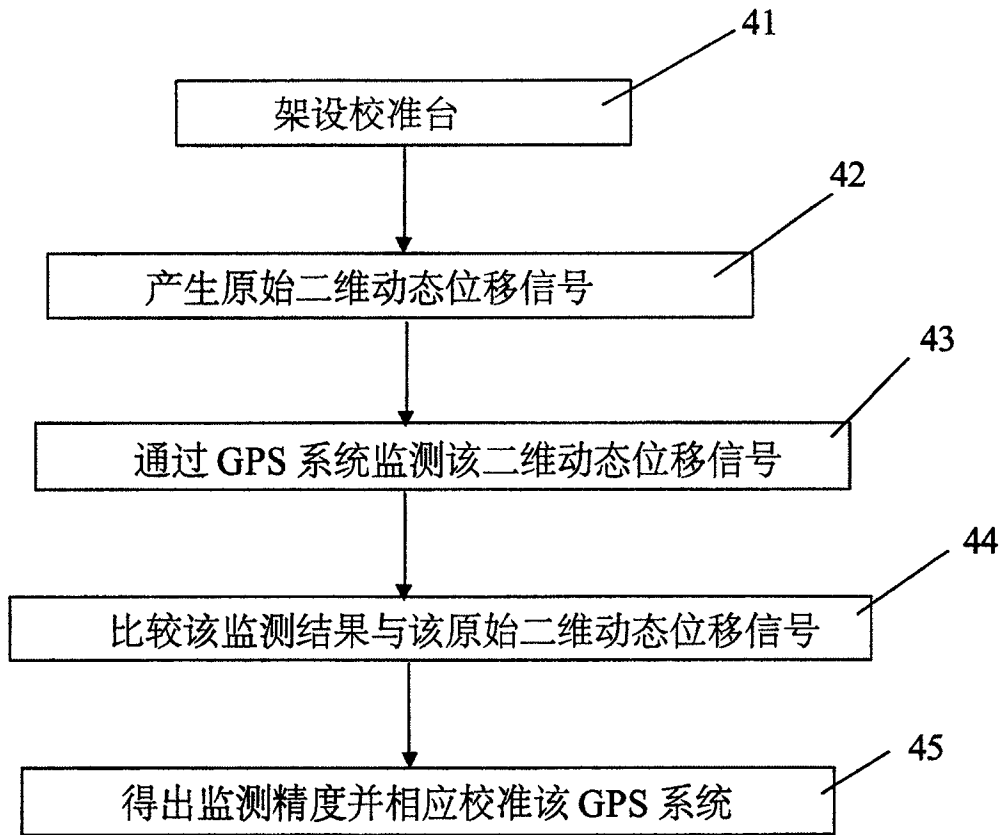


图 4

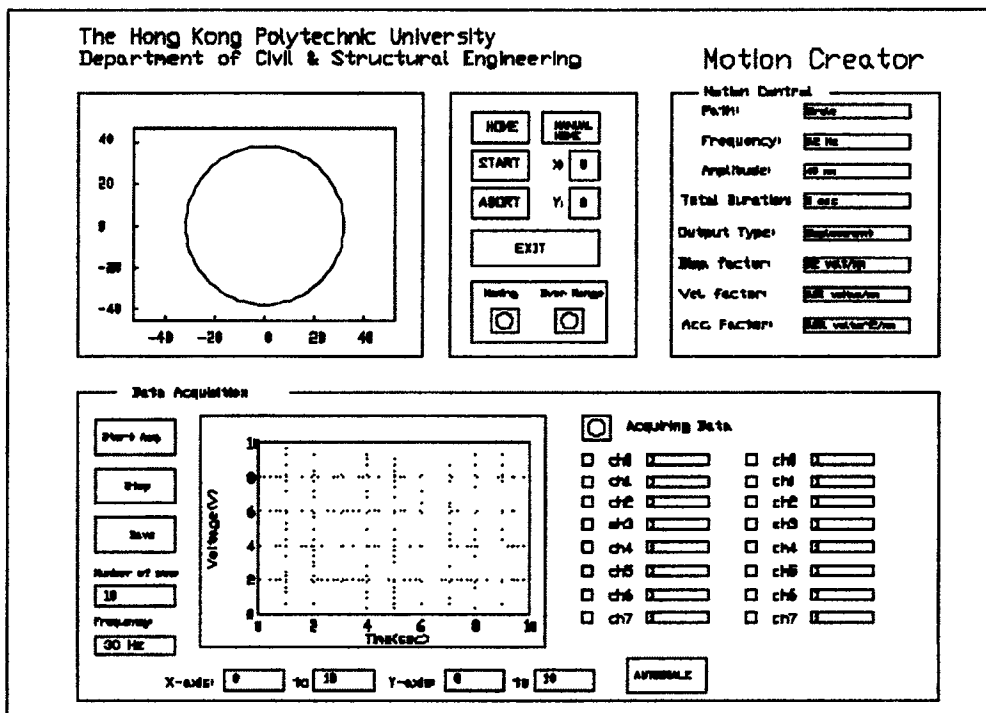


图 5