



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02104525.9

[45] 授权公告日 2005 年 7 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1211636C

[22] 申请日 2002.2.8 [21] 申请号 02104525.9

[71] 专利权人 中国科学院自动化研究所

地址 100080 北京市海淀区中关村南一条 1 号

[72] 发明人 易建强 刘殿通

审查员 王雁琴

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

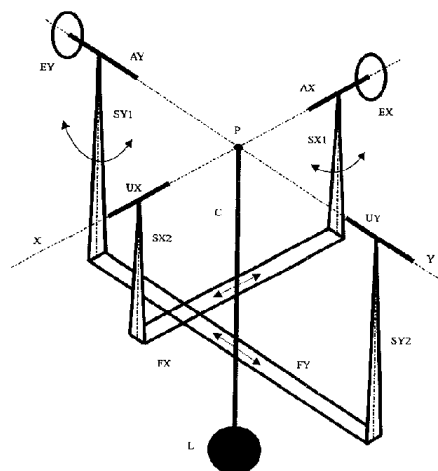
代理人 戎志敏

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 吊车吊绳的角度测量装置

[57] 摘要

一种吊车吊绳的角度测量装置，其特征在于包括：安装在与吊车轨道 X 方向平行设置的转轴 (AX) 上的角度传感器 (EX)；与转轴 (AX) 同轴心设置的支撑轴 (UX)；绕转轴 (AX) 转动的框架，所述框架的底部为细长的长方形框架，所述框架的一个悬臂 (SX1) 固定在转轴 (AX) 上，另一个悬臂 (SX2) 套在支撑轴 (UX) 上；安装在与垂直于吊车 X 方向的吊车横梁 Y 方向平行设置的转轴 (AY) 上的角度传感器 (EY)；与转轴 (AY) 同轴心设置的支撑轴 (UY)；绕转轴 (AY) 转动的框架，所述框架的底部为细长的长方形框架，所述框架的一个悬臂 (SY1) 固定在转轴 (AY) 上，另一个悬臂 (SY2) 套在支撑轴 (UY) 上；吊绳 (C) 穿过上述两个框架的底部长方形框架。



1. 一种吊车吊绳的角度测量装置，其特征在于包括：
安装在与吊车轨道 X 方向平行设置的转轴（AX）上的角度传感器
5 （EX）；
与转轴（AX）同轴心设置的支撑轴（UX）；
绕转轴（AX）转动的框架，所述框架的底部为细长的长方形框架，
所述框架的一个悬臂（SX1）固定在转轴（AX）上，另一个悬臂（SX2）
套在支撑轴（UX）上；
10 安装在与垂直于吊车 X 方向的吊车横梁 Y 方向平行设置的转轴
（AY）上的角度传感器（EY）；
与转轴（AY）同轴心设置的支撑轴（UY）；
绕转轴（AY）转动的框架，所述框架的底部为细长的长方形框架，
所述框架的一个悬臂（SY1）固定在转轴（AY）上，另一个悬臂（SY2）
15 套在支撑轴（UY）上；
吊绳（C）穿过上述两个框架的底部长方形框架。
2. 按权利要求 1 所述的角度测量装置，其特征在于所述绕 X 轴和 Y
轴转动的框架为 U 型框架。
3. 按权利要求 1 所述的角度测量装置，其特征在于所述角度传感器
20 是旋转式编码器或旋转式电位计。
4. 按权利要求 2 所述的角度测量装置，其特征在于所述 U 型框架的
悬臂高度为吊绳最短长度的 0.5 倍至 0.8 倍。
5. 按权利要求 1 所述的角度测量装置，其特征在于所述每个底部长
方形框架的内部宽度为吊绳直径的 1.2 倍至 2.0 倍，长度为悬臂高度的 0.5
25 倍至 1.0 倍。
6. 按权利要求 2 所述的角度测量装置，其特征在于所述两个 U 型框
架的悬臂高度相差 10%至 20%。
7. 按权利要求 1 所述的角度测量装置，其特征在于每对支撑轴和转轴的
轴线通过吊绳的支撑点 P。

吊车吊绳的角度测量装置

5 技术领域

本发明涉及通用起重设备，特别涉及吊车吊绳的角度测量。

背景技术

随着国民经济的发展，各类起重设备如车间的桥式吊车，码头的门式吊车，及建筑工地的塔式吊车等（以下统称为吊车）所起的作用越来越大。吊车的作用就是要在短时间内将某个重物从其初始位置搬运到目的位置，同时要求重物的摆动幅度（即摆角）在整个搬运过程中及到达目的位置时尽可能小。如果吊车操作不当，会造成重物摆动。而如果摆动幅度太大，重物可能会碰撞上其他设备，造成损害。若所吊之物是液体，摆幅太大还将造成液体溢出。再加上操作人员必须在高处的操作室中操作吊车，因此操作吊车是一项十分重要而又危险的工作。这项工作既要求操作人员具有很高的熟练技巧，还要求操作人员高度集中注意力，以免发生事故。为了将操作人员从这种高强度的危险工作中解放出来，进一步提高生产效率和安全性，有必要实现吊车操作的自动化。

如图 1 所示，桥式吊车主要由轨道 R1，横梁 B1，控制器 D1，台车 T1，控制器 D2，吊绳 C1 等组成。在控制器 D1 的作用下，整个横梁 B1 沿轨道 R1（以下简称为 X 轴向）移动。在控制器 D2 的作用下，横梁 B1 上的台车 T1 又沿横梁 B1（以下简称为 Y 轴向）移动。这样就可以将重物 L1 从一个位置搬运到另一个位置。

在进行吊车的自动化控制时，通常需要知道台车的位置及吊绳的摆角。台车的位置可以通过位移传感器或驱动电机的转数等获得，而吊绳的摆角则需要一套专门装置来测量。控制器根据台车的位置及吊绳的摆角等做出决策，并进行控制。

为了自动检测吊绳的摆角，Osamu Itoh 等(Osamu Itoh, Hirohisa Migita, Jun Itoh, Yamafumi Irie: Application of Fuzzy Control to Automatic Crane

Operation, Proceedings of the International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation, Vol.1, pp.161-163, 1993) 提出了在与台车的两个运动方向相垂直的水平位置上各设置一台摄像机, 通过摄像机拍摄吊绳的图像来检测吊绳的摆角的方法。Keum-Shik Hong 等
5 (Keum-Shik Hong, Jae-Hoon Kim, Kyo-Il Lee: Control of a Container Crane: Fast Traversing, and Residual Sway Control from the Perspective of Controlling an Underactuated System, Proceedings of the American Control Conference, Vol.2, pp.1294-1298, 1998), 及 Tadaaki Monzen 等 (Tadaaki Monzen, Toshiro Tanabe, Noriaki Miyata, Takashi Toyohara: Method for
10 Removing Rocking Vibration in Anti-Sway Control System of a Transfer Crane in a Port, Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineering (Part C), Vol.66, No.644, pp.81-87, 2000) 则提出了在台车底部装摄像机, 在重物上面安装识别物, 通过图像处理算出吊绳的两方向的摆角的方法。这些利用摄像机的方法除了成本高, 分辨率低, 计算处理麻烦, 处理时
15 间长等问题之外, 由于容易受天气变化的影响而不适于室外工作, 在室内又容易受周围环境及光照的影响。

Ho-Hoon Lee (Ho-Hoon Lee: Modeling and Control of a 2-Dimensional Overhead Crane, Proceedings of the ASME Dynamic Systems and Control Division, pp.535-542, 1997) 设计了一套用两个角度传感器来测量摆角的方案。其中一个角度传感器的轴与横梁平行, 且与吊绳的上部固连, 可测
20 吊绳在 X-Z 平面内的摆角。另一个角度传感器通过皮带滑轮与一个平行 X-Z 平面的框架相连, 该框架的一边通过轴承与前述的角度传感器的轴相连。由于该框架随吊绳一起绕平行于轨道方向的轴转动, 该角度传感器能测出吊绳的 Y-Z 平面内的摆角。但是, 因为该方案的两个方向的角度测量不是相互独立的, Y 轴的转动不仅受吊绳摆动的影响, 而且还受到框架及皮带滑轮的影响, 所以所测的 X-Z 平面内的摆角与实际的摆角有误差。另外, 该方案不仅需要一对皮带滑轮, 而且吊绳的长度不能改变, 不适于有升降要求的吊车。

Michael J. Nalley 等 (Michael J. Nalley, Mohamed B. Trabia: Control of
30 Overhead Cranes Using a Fuzzy Logic Controller, Journal of Intelligent and

Fuzzy Systems, Vol.8, No.1, pp.1-18, 2000) 则利用两个相互垂直的加载弹簧臂来测量吊绳的摆角。由于弹簧只能施加一个方向的作用力, 为了能测量到正负方向的角度, 即使在垂直状态时, 每个弹簧臂都被设置成处于加压状态。这样可以使弹簧臂的一边与吊绳保持接触, 并使弹簧臂随吊绳而转动。结果, 弹簧臂将一直给吊绳施加压力, 而且正负方向的压力大小还不一样。因此, 这种结构不仅会影响到弹簧臂的寿命, 而且会直接影响到摆角的测量精度。

发明内容

10 本发明的目的是提供一种结构简单、可靠性高的吊车吊绳的角度测量装置。

为实现上述目的, 吊车吊绳的角度测量装置, 包括:

安装在与吊车轨道 X 方向平行设置的转轴 AX 上的角度传感器 EX;

与转轴 AX 同轴心设置的支撑轴 UX;

15 绕转轴 AX 转动的框架, 所述框架的底部为细长的长方形框架, 所述框架的一个悬臂 SX1 固定在转轴 AX 上, 另一个悬臂 SX2 套在支撑轴 UX 上;

安装在与垂直于吊车 X 方向的吊车横梁 Y 方向平行设置的转轴 AY 上的角度传感器 EY;

20 与转轴 AY 同轴心设置的支撑轴 UY;

绕转轴 AY 转动的框架, 所述框架的底部为细长的长方形框架, 所述框架的一个悬臂 SY1 固定在转轴 AY 上, 另一个悬臂 SY2 套在支撑轴 UY 上;

吊绳 C 穿过上述两个框架的底部长方形框架。

25 本发明结构简单, 成本低, 实时处理性能好, 可靠性高及精度高, 既适于室内使用又适于室外使用, 是实现吊车操作自动化和提高吊车的安全性及生产性的不可缺少的测量装置。

附图说明

30 图 1 为桥式吊车的示意图

图 2 为吊绳角度的分解图

图 3 为本测量装置的示意图

图 4 为整个角度测量系统的方框图

5 具体实施方式

在通常情况下，吊车系统包括三个方向的运动。但在理想情况下，吊绳的升降并不影响重物的摆角，所以在这里我们假设摆绳的长度固定不变而只考虑其余两个方向的运动。就桥式吊车或门式吊车而言，如图 1 所示，台车 T1 除了随横梁 B1 一起沿直线轨道 R1 即 X 轴向运动外，还在与轨道 R1 垂直的横梁 B1 上即 Y 轴向作直线运动。假定 Z 为垂直方向，那么所吊的重物 L1 的摆角则可分解为 X-Z 平面的摆角和 Y-Z 平面的摆角。就塔式吊车而言，台车随横梁一起绕立柱旋转，并在横梁上作直线运动。这时重物的摆角可分解为旋转切向垂直平面内的摆角和横梁垂直平面内的摆角。由于切向垂直平面与横梁垂直平面相互垂直，塔式吊车所吊重物的摆角关系实际上等同于桥式吊车所吊重物的摆角关系。所以以下我们仅以桥式吊车为分析对象，设计两维角度的测量装置。

如图 2 所示，在空间的吊绳的摆角 γ 虽然可以任意分解，但从测量的方便性及参照位置的统一性考虑，我们可以将摆角 γ 分解成为 X-Z 平面的摆角 α 和 Y-Z 平面的摆角 β 。X-Z 平面的摆角 α 可以看成是绕平行于横梁的轴的转动，而 Y-Z 平面的摆角 β 则可以看成是绕平行于轨道的轴的转动。因此，测量装置要能同时测量 X-Z 平面的摆角 α 和 Y-Z 平面的摆角 β 。另一方面，从实用角度出发，测量装置应当满足经济性，可靠性，结构简单，长寿命及高精度等要求。为此，我们提出一套新的测量装置。

图 3 是重物处于垂直状态时的该测量装置的结构示意图。图中 L 为所吊重物，C 为吊绳，P 为吊绳 C 在台车上的支撑点。FX 为一绕 X 轴转动的 U 型框架，EX 为 X 轴向的角度传感器如旋转式编码器或旋转式电位计，AX 为 EX 的转轴，UX 为与 AX 同轴心的 X 轴向的支撑轴。SX1 和 SX2 为 FX 的两个悬臂，SX1 的顶部固定在 AX 上，SX2 的顶部套在 UX 上。FY 为一绕 Y 轴转动的 U 型框架，EY 为 Y 轴向的角度传感器如旋转式编码器或旋转式电位计，AY 为 EY 的转轴，UY 为与 AY 同轴心

的 Y 轴向的支撑轴。SY1 和 SY2 为 FY 的两个悬臂，SY1 的顶部固定在 AY 上，SY2 的顶部套在 UY 上。

每个 U 型框架的悬臂高度为吊绳容许最短长度的 0.5 倍至 0.8 倍。每个 U 型框架的底部为细长的长方形框架，底部长方形框架的内部宽度为吊绳直径的 1.2 倍至 2.0 倍，长度为悬臂高度的 0.5 倍至 1.0 倍，使吊绳能在长方形框架里面自由往复摆动。该装置安装在台车下面，AX 与吊车轨道平行，AY 与吊车横梁平行。为了避免相互干扰，两个 U 型框架的悬臂高度不同，相差 10%至 20%。这样两个 U 型框架相互独立，互不影响。吊绳 C 穿过这两个 U 型框架的底部长方形与重物 L 相连。为了保证测量精度，除了要求每对支撑轴和转轴同轴之外，还要求每对支撑轴和转轴的轴线通过吊绳的支撑点 P。

图 3 的工作原理如下：根据本装置的结构可知，吊绳与两个 U 型框架的底部长方形基本上保持接触。当吊绳只发生在 X-Z 平面内的摆动时，吊绳将在 U 型框架 FX 的底部长方形中摆动，引起另一个 U 型框架 FY 绕 Y 轴转动。当吊绳只有 Y-Z 平面的摆动时，吊绳将在 U 型框架 FY 的底部长方形中摆动，带动另一个 U 型框架 FX 绕 X 轴转动。当吊绳在空间发生摆动时，由图 2 可知其摆动可以分解为在 X-Z 平面内的摆动和在 Y-Z 平面内的摆动，结果吊绳将同时在两个底部长方形框架中摆动，使得两个 U 型框架分别绕 X 轴和 Y 轴转动。

由于每个 U 型框架的一侧悬臂的上端固定在角度传感器的转轴上可带动转轴转动，另一侧悬臂的上端在支撑轴上可自由转动，因此 U 型框架的转动将引起角度传感器的输出变化，转动角度与其输出值一一对应。因为吊绳在各个方向的摆角与 U 型框架的转动角度是一一对应的，而且 U 型框架的转动角度与角度传感器的输出值也是一一对应的，所以利用 U 型框架 FX 和角度传感器 EX 就可以检测出吊绳在 Y-Z 平面内的摆角，利用 U 型框架 FY 和角度传感器 EY 就可以检测出吊绳在 X-Z 平面内的摆角。这样，本发明便实现了对吊绳的两维角度测量。

图 4 是整个角度测量系统的方框图。系统由吊车 CR，本角度测量装置 ME，接口卡 IN，及计算机 CO 组成。在本测量装置 ME 中，若角度传感器使用旋转式编码器，则输出信号为脉冲信号；若角度传感器使用

旋转式电位计，则输出信号为模拟信号。这些输出信号虽然与吊绳的摆角一一对应，但还不是角度值，需要经过计算处理才能得出角度值。为了方便，本测量装置 ME 和计算机 CO 的连接，需要选择适当的接口卡 IN。

图 4 的工作原理如下：首先由本发明的测量装置 ME 检测出吊车 CR 上吊绳的摆角信号，摆角信号再通过接口卡 IN 传送到计算机 CO 上，计算机 CO 经过数值处理最后求得吊绳的摆角大小并将其输出到控制器中。图 4 是吊车操作自动化的控制系统的一个重要组成部分，控制系统根据本测量装置测得的角度及其他装置测得的位置等进行分析计算，推导出控制信号，并反馈给吊车，实现对吊车的控制。

10

实施例

本测量装置通过图 4 所示的方框图构成角度测量系统，并成为吊车的控制系统的一个重要组成部分。在实施例中，我们定做了一部模型吊车，其高度为 1.20 米，轨道长为 2.00 米，横梁长为 1.00 米，横梁总重 20.00 公斤。台车大小为 0.30 米×0.30 米的正方形，重量为 10.00 公斤。吊绳直径为 0.02 米，最长时 0.80 米，最短时 0.4 米，重物重量为 10.00 公斤。本测量装置安装在台车下部。其中一个 U 型框架与轨道平行，其长为 0.20 米，高为 0.30 米。另一个 U 型框架与横梁平行，其长为 0.20 米，高为 0.25 米。U 型框架的内部宽度为 0.03 米。这样，两个框架在空间互不接触，且重量很轻，对吊绳的摆角几乎没有影响。两个角度传感器均采用 SUMTAK 的旋转式编码器 LHE-055，其分辨率为 2500P/r。接口卡为 DELTA TAU 的四轴驱动控制器 Universal PMAC-Lite。该控制器除两轴与驱动电机连接之外，剩余的两轴的编码器输入端口分别与本测量装置的编码器输出相连。计算机选用青矜电脑的 Pentium III 850MHz。

在检验本测量装置时，首先固定横梁和台车，用手摆动重物。这时吊绳在空间摆动，带动两个框架转动。利用 DELTA TAU 的软件包可实时测得吊绳的两个方向的摆角值。结果与实际十分吻合。

然后，将台车固定不动，只移动横梁。这时，吊绳只在 X-Z 平面内摆动。所测的 U 型框架 FX 的角度值（即吊绳在 Y-Z 平面内的摆角）基

本为零，而所测的 U 型框架 FY 的角度值（即吊绳在 X-Z 平面内的摆角）随吊绳的摆动而变化，大小与吊绳的实际摆角一致。

接下来，将横梁固定不动，只移动台车。这时，吊绳只在 Y-Z 平面内摆动。而所测的 U 型框架 FY 的角度值基本等于零，所测的 U 型框架
5 FX 的角度值实时地反映了吊绳的摆角。

最后，既移动横梁又移动台车。这时吊绳在空间摆动。由于本测量装置在两个方向的测量相互独立，互不干扰，能够很好地检测出两个方向的角度值，并且与实际值相符合。

因此，本发明采用角度传感器和 U 型框架，既不影响吊绳的摆动，
10 又能在各种环境下工作，同时能实时地精确地测量出吊绳的两个方向的摆角，为实现吊车操作自动化提供了有力工具。

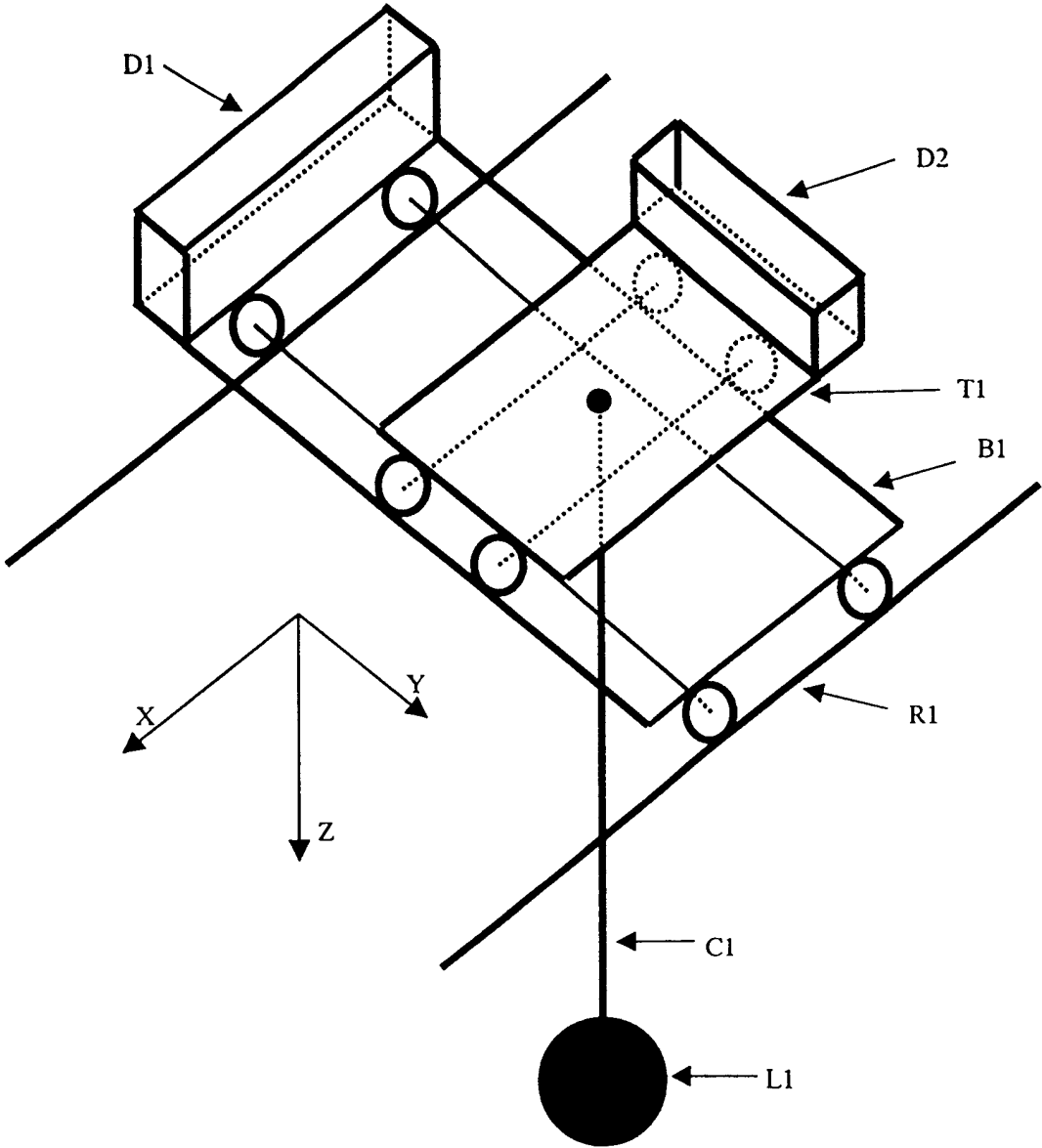


图 1

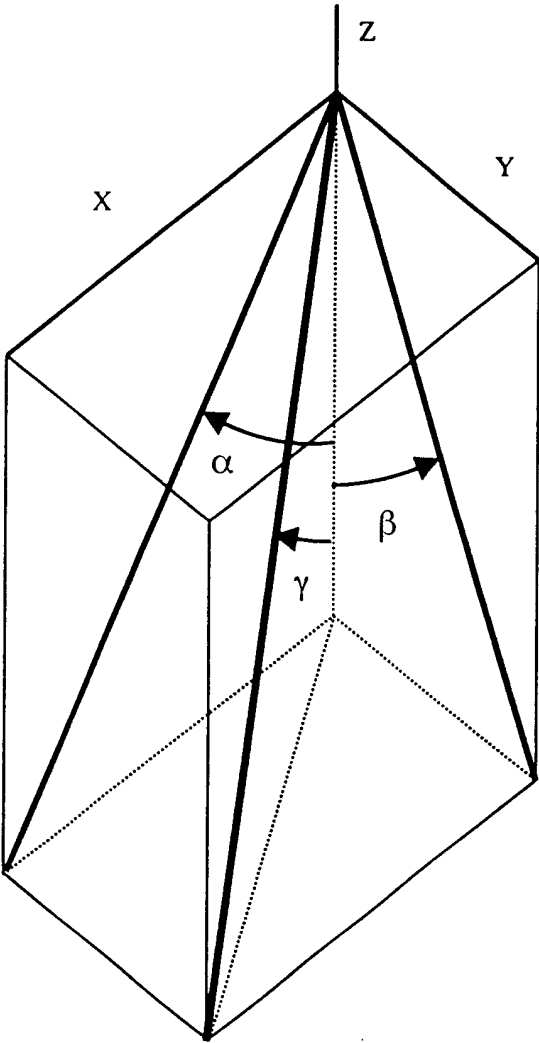


图 2

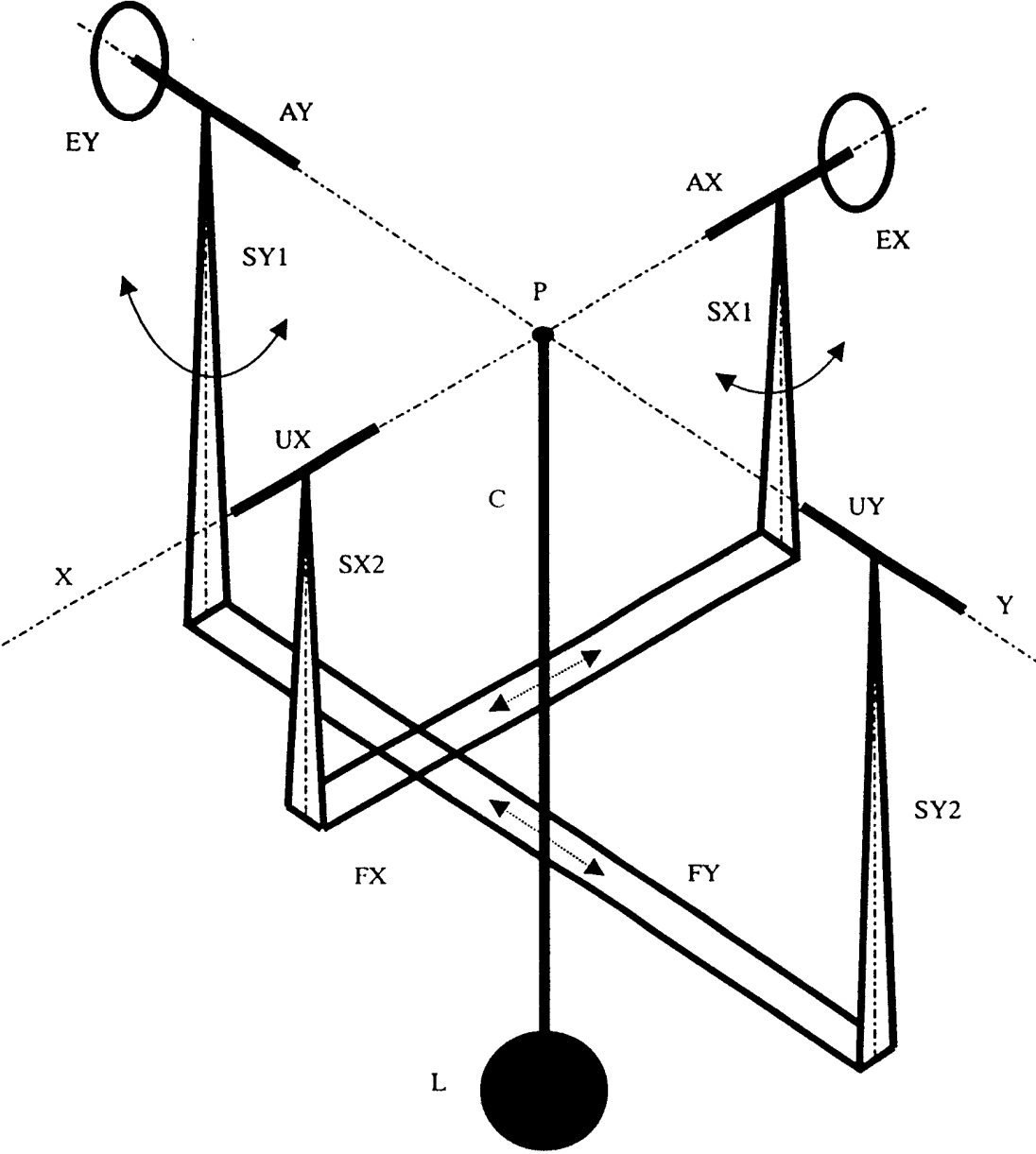


图 3



图 4