



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101726289 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 24

(21) 申请号 200910245038. 4

(22) 申请日 2009. 12. 23

(73) 专利权人 王鹏飞

地址 050700 河北省石家庄市新乐市邯邰镇
坚固村

(72) 发明人 王鹏飞

(74) 专利代理机构 天津佳盟知识产权代理有限
公司 12002

代理人 侯力

(51) Int. Cl.

G01C 15/00(2006. 01)

G01C 9/24(2006. 01)

G02B 7/02(2006. 01)

G02B 7/182(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1940476 A, 2007. 04. 04,

CN 2802444 Y, 2006. 08. 02,

US 6327090 B1, 2001. 12. 04,

审查员 张礞

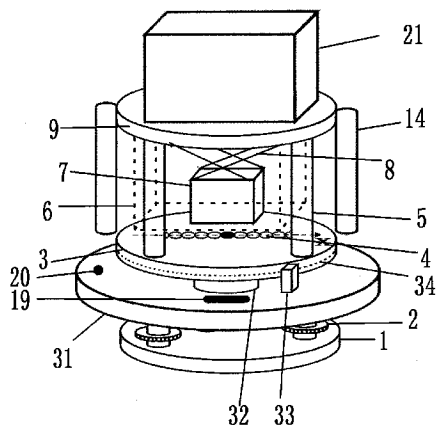
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

一种快速精确自动安平的水平仪

(57) 摘要

一种快速精确自动安平水平仪。包括底座一至底座四,底座一与底座二间安装三个伸缩螺旋脚。底座二上安装底座三,底座三通过传动机构与安装在底座二上的步进电机配合并可旋转。底座四下方以交叉活节或活节四边形悬吊一个反射镜或折射透镜,当悬吊反射镜时,激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在反射镜上方或下方同一底座上;当悬吊折射透镜时,激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器分别安装在折射透镜上下两侧不同底座上;激光发射器位于底座中心, CCD 线阵为 X 轴。底座四放置仪器;该水平仪尤其适用于水准仪、经纬仪等,可减小人工整平时因不熟练或失误造成的误差,大大提高整平效率,使整平向快速精确自动化迈出重要一步。



1. 一种快速精确自动安平的水平仪,包括底座一至底座四,底座一与底座二间安装有三个伸缩螺旋脚,三个伸缩螺旋脚呈三角形分布,至少在两个伸缩螺旋脚上各安装有一个步进电机,步进电机轴与螺杆固定,与该螺杆配合的调节螺母安装在底座二或底座一上,步进电机与螺杆固定安装在底座一或底座二上,当在两个伸缩螺旋脚上安装步进电机时,设不安装步进电机的一个伸缩螺旋脚为支撑脚;底座二上方通过中心连接轴固定安装有底座三,底座三侧壁通过传动机构与安装在底座二上的步进电机配合并由步进电机驱动底座三旋转,底座三的上方通过连接柱固定安装有底座四,底座四下方以等长的交叉活节吊丝或活节四边形吊丝悬吊一个反射镜或折射透镜,当底座四下方悬吊的是反射镜时,激光发射器和与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在反射镜上方或下方同一个底座上,即若反射面在反射镜的下底面,则激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器均安装在底座三的上表面,CCD 线阵上的感光元件的中心排列成一条直线,激光发射器安装在底座三的上表面中心,激光发射器发射的激光束垂直底座三向上发射;若反射面在反射镜的上顶面,则激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器均安装在底座四的下表面,激光发射器发射的激光束垂直底座四向下发射;当悬吊折射透镜时,激光发射器和与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器分别安装在折射透镜上方和下方不同侧的底座上,即当激光发射器安装在底座三的上表面时,与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在底座四的下表面,当激光发射器安装在底座四的下表面时,则与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在底座三的上表面;以 CCD 线阵上感光元件的中心排列成的直线为 X 轴;所述的底座三和底座四的外周安装有一个壳体,反射镜或折射透镜外周与壳体之间安装有一个阻尼器,使反射镜或折射透镜只能平行于 X 轴 CCD 线阵上的感光元件中心连线所在的并与安装有 X 轴 CCD 线阵的底座垂直的平面偏转;底座四上设有连接螺孔,用于放置仪器,底座二、底座三与底座四均两两相互平行。

2. 根据权利要求 1 所述的水平仪,其特征在于底座四下方悬吊的反射镜或折射透镜为长方体,并且,当底座四水平时,反射镜或折射透镜的上下底面均与底座四平行,此时,反射镜或折射透镜的底面有一组对边与所述 X 轴平行,另一组对边与 X 轴垂直,且反射镜或折射透镜的竖轴中心与底座四和底座三的竖轴中心重合,并穿过接收器的原点;当采用交叉活节吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,沿 X 轴方向看,其中一个反射镜或折射透镜的交叉活节吊丝与底座和反射镜或折射透镜作为上下底边组成两个四边形,沿垂直 X 轴方向看,反射镜或折射透镜的交叉活节吊丝与底座和反射镜或折射透镜作为上下底边组成两个对顶角相等的等腰三角形;当采用活节四边形吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,活节四边形是由两根长度相等的吊丝为一组的两组以底座和反射镜或折射透镜作为平行的上下底边的等腰四边形组成的结构系统。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的水平仪,其特征在于底座三侧壁与驱动底座三旋转的步进电机之间的传动机构为涡轮蜗杆副或齿轮副。

4. 根据权利要求 1 所述的水平仪,其特征在于底座一上方的三个伸缩螺旋脚呈正三角形或一般等腰三角形分布,安装有伸缩螺旋脚步进电机的伸缩螺旋脚中有一个作为等腰三角形的顶点;所述的支撑脚为高度可调节的套节或螺旋装置。

5. 根据权利要求 1 所述的水平仪,其特征在于当驱动底座三旋转的步进电机复位时,至少有一个伸缩螺旋脚和支撑脚的连线与 X 轴平行,当三个伸缩螺旋脚呈一般等腰三角形

分布时,另一个伸缩螺旋脚作为等腰三角形的顶点。

6. 根据权利要求1、2、4或5所述的水平仪,其特征在于当反射镜或折射透镜偏转时,反射镜或折射透镜上的点相对于X轴方向上有位移,而在与X轴垂直的方向上没有位移,并保证使反射镜或折射透镜尽快停止摆动;当采用交叉活节吊丝时,在交叉活节的作用范围内,当底座竖轴相对于铅垂线倾斜一个角度时,反射镜或折射透镜在重力作用下其竖轴将相对于底座竖轴在与其相对应的XOZ平面的倾斜分量反转一个角度;当采用活节四边形吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,在活节四边形作用范围内,当底座竖轴相对于铅垂线倾斜一个角度时,反射镜或折射透镜在重力作用下其竖轴将相对于底座竖轴在与其相对应的XOZ平面的倾斜分量向同一个方向转一个角度,Z为仪器竖轴。

7. 根据权利要求1、2、4或5所述的水平仪,其特征在于底座二或底座四上安装有圆水准器,或管水准器,或同时安装圆水准器和管水准器。

8. 一种使用权利要求1所述的水平仪进行调平的方法,其特征在于调平的具体过程如下:

松开固定反射镜或折射透镜的阻尼器,使得反射镜或折射透镜可以自由摆动,启动电源;驱动底座三旋转的步进电机复位,带动安装有光信号接收器的底座旋转;激光发射器发射激光,通过反射镜的反射或折射透镜的折射之后,光斑或光斑中心照射在底座上X轴的感光元件上;运算控制单元计算出感光器上光斑或光斑中心所在元件的坐标 x' ;运算控制单元输出信号,输入控制驱动系统,控制驱动系统驱动伸缩螺旋脚的步进电机转动,从而带动伸缩螺旋脚升降;复位时,其中一个伸缩螺旋脚与支撑脚的连线与光信号接收器感光元件中心的连线平行;升降此伸缩螺旋脚,直到接收器上光斑或光斑中心所在感光元件的坐标为0,伸缩螺旋脚停止伸缩;驱动底座三旋转的步进电机带动安装有光信号接收器的底座顺时针或逆时针旋转 90° ,升降另一个伸缩螺旋脚,直到接收器上光斑或光斑中心所在感光元件的坐标为0;第二个伸缩螺旋脚停止伸缩后,按照上述方法重复,直到无论安装有光信号接收器的底座处于何位置时,接收器接收到的光斑或光斑中心所在感光元件的坐标均为0,此时仪器竖轴处于铅垂位置,安装接收器和仪器的底座均处于水平位置;使用完毕之后,关闭电源,固定阻尼器,以避免搬动过程中反射镜或折射透镜与壳体的碰撞,并保护吊丝。

一种快速精确自动安平的水平仪

[0001] 【技术领域】：本发明涉及一种自动安平的水平仪，该水平仪能够快速精确的将平面调整为水平面，尤其为测绘（水准仪、经纬仪、全站仪等的整平）、建筑、装饰、装潢、机械安装、仪器安放等领域确定水平面而使用。

[0002] 【背景技术】：在建筑、装饰、装璜、设备安装、仪器安置等领域都需要在作业过程中确定水平基准、铅垂基准或其它的参考基准，而目前使用的各种测量用的水准仪、经纬仪及各种激光基准工具都需要人工调平基准，人工调平的通用做法是利用安装在仪器上的水准器和安装在仪器底部的三个脚螺旋互相配合来实现。水准器有圆水准器和管水准器两种，操作者一边观察水准器中的气泡位置，一边旋转相应的调节旋钮，并最终使管水准器中的气泡居于两刻线中间或使圆水准器中的气泡居于水准器的中间而实现调平。采用这种人工调平方式使用中很不方便，不仅需要多次反复调节，而且对气泡位置的观察还存在视角与人为误差，容易引起误测，同时还要求操作者必须非常耐心与熟练，特别是在野外作业中，调平过程相对费时费力且易导致误差，导致整个测量过程效率低。

[0003] 【发明内容】：本发明目的是解决现有人工调平方法依据气泡来判别水平与否速度慢且难以与电路相连，所以很难依靠气泡来实现自动化的问题，提供一种快速精确自动安平的水平仪，以实现整平的快速化，精确化以及自动化。

[0004] 本发明依据光的直线传播原理和重力作用来判断给定的轴是否竖直，当此轴竖直时，便知与此轴垂直的平面为水平面。

[0005] 由于光的传播可以通过光敏元件来发射和接收。比如发光二极管、三极管是发光设备，而光敏二极管是接收设备，光的变化可以转换成电流的变化，这样，就避免了因气泡无法转换成电信号，从而也就无法实现自动化的弊端，为仪器整平的自动化提供了可靠且可行的方法和平台。

[0006] 本发明提供的快速精确自动安平的水平仪，包括底座一至底座四，底座一与底座二间安装有三个伸缩螺旋脚，底座二上方通过中心连接轴固定安装有底座三，底座三侧壁通过传动机构与安装在底座二上的步进电机配合并由步进电机驱动底座三旋转，底座三的上方通过连接柱固定安装有底座四，底座四下方以等长的交叉活节吊丝悬吊一个反射镜或折射透镜，当底座四下方悬吊的是反射镜时，激光发射器和与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在反射镜上方或下方同一个底座上，即若反射面在反射镜的下底面，则激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器均安装在底座三的上表面，CCD 线阵上的感光元件的中心排列成一条直线，激光发射器安装在底座三的上表面中心，激光发射器发射的激光束垂直底座三向上发射；若反射面在反射镜的上顶面，则激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器均安装在底座四的下表面，激光发射器发射的激光束垂直底座四向下发射。当悬吊折射透镜时，激光发射器和与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器分别安装在折射透镜上方和下方不同侧的底座上，即当激光发射器安装在底座三的上表面时，与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在底座四的下表面，当激光发射器安装在底座四的下表面时，则与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在底座三的上表面。以 CCD 线阵中心所在直线为 X 轴；底座四上设有连接螺孔，用于放置仪器，底座二、底座

三与底座四均两两相互平行。

[0007] 底座四下方悬吊的反射镜或折射透镜为长方体,并且,当底座四水平时,反射镜或折射透镜的上下底面均与底座四平行,此时,反射镜或折射透镜的底面有一组对边与接收器 X 轴平行,另一组对边与 X 轴垂直,且反射镜或折射透镜的竖轴中心与底座四和底座三的竖轴中心重合,并穿过接收器的原点;当采用交叉活节吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,沿 X 轴方向看,其中一个反射镜或折射透镜的交叉活节吊丝与底座和反射镜或折射透镜作为上下底边组成两个四边形,另一反射镜或折射透镜的交叉活节吊丝与底座和反射镜或折射透镜作为上下底边组成两个对顶角相等的等腰三角形;沿垂直 X 轴方向看,二者相反。参见图 1。当采用交叉活节吊丝时,在交叉活节的作用范围内,当底座竖轴相对于铅垂线倾斜一个角度时,反射镜或折射透镜在重力作用下其竖轴将相对于底座竖轴在与其相对应的 XOZ 平面的倾斜分量反转一个角度;当采用活节四边形吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,活节四边形是由两根长度相等的吊丝为一组的两组以底座和反射镜或折射透镜作为平行的上下底边的等腰四边形组成的结构系统,参见图 9。当采用活节四边形吊丝时,在活节四边形作用范围内,当底座竖轴相对于铅垂线倾斜一个角度时,反射镜或折射透镜在重力作用下其竖轴将相对于底座竖轴在与其相对应的 XOZ 平面的倾斜分量向同一个方向转一个角度。Z 为仪器竖轴。

[0008] 底座一上方的三个伸缩螺旋脚呈三角形分布,为简化计算,首选三角形呈正三角形、一般等腰三角形分布,至少在两个伸缩螺旋脚上各安装有一个步进电机,安装有步进电机的伸缩螺旋脚中有一个作为等腰三角形的顶点。步进电机轴与螺杆固定,与该螺杆配合的调节螺母安装在底座二或底座一上,步进电机与螺杆固定安装在底座一或底座二上,同时设其中不安装步进电机的一个伸缩螺旋脚为支撑脚,其余两个伸缩螺旋脚上安装有步进电机。

[0009] 底座三和底座四的外周安装有一个壳体。该壳体包围在底座三、四外面,以避免反射镜或折射透镜及吊丝和阻尼器等与外界的直接接触,减小因温度、风、雨等外界因素给仪器带来的误差。反射镜或折射透镜外周与壳体之间安装有一个阻尼器,使反射镜或折射透镜只能平行于 X 轴接收器元件中心连线所在的并与安装有 X 轴接收器的底座垂直的平面偏转,即当反射镜或折射透镜偏转时,反射镜或折射透镜上的点相对于 X 轴方向上有位移,而在与 X 轴垂直的方向上没有位移,并保证使反射镜和折射透镜尽快停止摆动。

[0010] 在底座二或底座四上还可以安装有圆水准器,或管水准器,或同时安装圆水准器和管水准器。一般安装圆水准器即可,但也可安装管水准器,或二者同时安装。圆水准器和/或管水准器用于手动调节。当仪器倾斜角度较大时,接收器无法接收到光信号,此时可以初步采用手动调节。

[0011] 本发明的优点和积极效果:

[0012] 本发明根据激光束的粗细以及接收器窗口的大小,可控制仪器整平的敏感度和精度,当激光束很细且接收器的窗口很小时,加上光学元件组的反射或折射作用,可大大提高仪器的敏感度,从而大大提高精度。且自动化的整平过程可减小人工调整水平过程中因不熟练或失误造成的误差,且能够大大提高整平效率。此方法尤其适用于水准仪、经纬仪、全站仪等测量仪器。

【附图说明】：

- [0013] 图 1 是当采用交叉活节吊丝时快速精确自动安平的水平仪结构示意图；
- [0014] 图 2 是 X 轴接收器光敏元件布置俯视示意图；
- [0015] 图 3 是当采用交叉活节吊丝与反射镜,反射面在反射镜底部时仪器竖轴铅垂时的光路图；
- [0016] 图 4 是当采用交叉活节吊丝与反射镜,反射面在反射镜底部时仪器竖轴倾斜时的光路图；
- [0017] 图 5 是当采用交叉活节吊丝与折射透镜,激光发射器向下发射激光时仪器竖轴铅垂时的光路图；
- [0018] 图 6 是当采用交叉活节吊丝与折射透镜,激光发射器向下发射激光时仪器竖轴倾斜时的光路图；
- [0019] 图 7 是交叉活节悬吊比例图；
- [0020] 图 8 是当采用活节四边形吊丝时快速精确自动安平的水平仪结构示意图；
- [0021] 图 9 是当采用活节四边形吊丝与反射镜,反射面在反射镜底部时仪器竖轴水平时的光路图；
- [0022] 图 10 是当采用活节四边形吊丝与反射镜,反射面在反射镜底部时仪器竖轴倾斜时的光路图；
- [0023] 图 11 是当采用活节四边形吊丝与折射透镜,激光发射器向下发射激光时仪器竖轴水平时的光路图；
- [0024] 图 12 是当采用活节四边形吊丝与折射透镜,激光发射器向下发射激光时仪器竖轴倾斜时的光路图；
- [0025] 图 13 是活节四边形悬吊比例图。

【具体实施方式】：

[0026] 一、结构

[0027] 本发明提供的水平仪的结构如图 1 所示,该水平仪主要包括:1 底座一;2 伸缩螺旋脚;31 底座二;32 底座二和底座三连接轴;33 电动机;34 传动机构;3 底座三;4X 轴接收器;5 底座三与底座四连接柱;6 反射镜或折射透镜阻尼器;7 反射镜或折射透镜;8 反射镜或折射透镜交叉活节吊丝;9 底座四;14 壳体;19 管水准器;20 圆水准器;21 仪器;35 反射镜或折射透镜活节四边形吊丝。

[0028] 该水平仪的具体结构说明如下:

[0029] 1)、底座一 1 与底座二 31 间安装伸缩螺旋脚 2,所述的伸缩螺旋脚是一种螺旋传动机构,该螺旋传动机构可以将来自电动机的旋转运动转换为直线运动。

[0030] 步进电机可以固定在底座一 1 上。调节螺母可以安装在底座二 31 上,当然也可以将步进电机固定在底座二 31 上,而将调节螺母安装在底座一 1 上。螺旋传动机构的螺杆设在伸缩脚上,伸缩脚连接在步进电机的输出轴上或直接将步进电机的输出轴作为伸缩脚。因步进电机可以将旋转运动转换为直线运动,伸缩脚可随输出轴的伸缩自由伸缩。驱动电机带动螺杆旋转,由于螺杆与螺母只有一个转动自由度,且其回转中心与螺母轴线重合,所以螺杆的旋转会引起螺母沿轴向上下运动。伸缩螺旋脚除可以通过电机带动伸缩之外,还

可以通过手动调节来实现其伸缩。

[0031] 假如采用步距角为 1.8° 的电机,当采用螺距为 1mm 的传动螺纹时,螺杆每旋转 3.6° ,螺杆与螺纹产生的相对移动为 0.01mm,假设此时伸缩脚与转动轴线的距离为 60mm,则此时装置发生的相对转动为 0.01° 。采用步距角更小的电机,添加细分器或者其他传动机构,可很容易提高精度。

[0032] 为了减小成本,可将三个螺旋脚中的一个设为支撑脚,不安装电机,只在另外两个螺旋脚上安装电动机。支撑脚为高度可调节的套节或螺旋装置。三个螺旋脚的分布首选为正三角形,这样可简化两个伸缩螺旋脚的计算,当其中一个伸缩螺旋脚和支撑脚的连线(等腰三角形的底边)与 X 轴平行时,此时当 X 坐标轴旋转 90° 之后,第三个螺旋脚(等腰三角形的顶点)将位于 X 轴坐标轴正下方。

[0033] 2)、底座二 31 上通过连接轴 32 安装一个底座三 3,连接轴 32 的中心轴线与底座二 31 和底座三 3 的竖轴中心重合,底座三 3 与底座二 31 始终保持平行。

[0034] 3)、底座三 3 侧壁通过传动机构 34 与安装在底座二 31 上的步进电机 33 配合并由步进电机 33 驱动底座三 3 旋转。

[0035] 底座三 3 侧壁与步进电机 33 之间的传动机构 34 为涡轮蜗杆副或齿轮副。假如采用步距角为 1.8° 的电机,当采用螺距为 1mm 的传动螺纹时,螺杆每旋转 3.6° ,螺杆与螺纹产生的相对移动为 0.01mm,假如底座三 3 侧壁周长为 600mm,其相对地面旋转的角度为 $0.01 \times 360 / 600 = 0.006^\circ = 21.6''$,即步进电机每前进一步,仪器转过 $10.8''$ 。添加细分器或其他传动机构,可很容易提高精度。

[0036] 4)、底座三 3 上通过连接柱 5 连接固定有底座四 9,底座三 3 与底座四 9 始终平行,且其竖轴中心重合,二者不能相互转动或移动,当然也可以将连接柱设为可调长短,用于校正。

[0037] 5)、底座四 9 下方以等长的交叉活节吊丝或活节四边形吊丝悬吊一个长方体反射镜或折射透镜 7,并且当底座四 9 水平时,反射镜或折射透镜 7 的上下底面均与底座四 9 平行,此时,反射镜或折射透镜的底面有一组对边与接收器 X 轴平行,且反射镜或折射透镜的竖轴中心与底座四的竖轴中心重合,并穿过接收器的原点;当采用交叉活节吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,沿 X 轴方向看,其中一个反射镜或折射透镜的交叉活节吊丝与底座和反射镜或折射透镜作为上下底边组成两个四边形,另一反射镜或折射透镜的交叉活节吊丝与底座和反射镜或折射透镜作为上下底边组成两个对顶角相等的等腰三角形;沿垂直 X 轴方向看,二者相反。参见图 1。当采用交叉活节吊丝时,在交叉活节的作用范围内,当底座竖轴相对于铅垂线倾斜一个角度时,反射镜或折射透镜在重力作用下其竖轴将相对于底座竖轴在与其相对应的 XOZ 平面的倾斜分量反转一个角度;当采用活节四边形吊丝悬吊反射镜或折射透镜时,活节四边形是由两根长度相等的吊丝为一组的两组以底座和反射镜或折射透镜作为平行的上下底边的等腰四边形组成的结构系统,参见图 9。当采用活节四边形吊丝时,在活节四边形作用范围内,当底座竖轴相对于铅垂线倾斜一个角度时,反射镜或折射透镜在重力作用下其竖轴将相对于底座竖轴在与其相对应的 XOZ 平面的倾斜分量向同一个方向转一个角度。Z 为仪器竖轴。

[0038] 6) 当 7 为反射镜时,若反射面设在反射镜 7 的下底面,则底座三 3 的上表面正中心安装有一个激光发射器,底座三 3 上表面安装有一条由 CCD 线阵构成的光信号接收器,其中

心为激光发射器, CCD 的每个感光元件的大小为接收器的接收窗口, 接收窗口的直径越小, 仪器调平精度越高。CCD 线阵上的感光元件的中心排列成一条直线, 以 CCD 线阵为 X 轴接收器 4 (如图 2 所示), 每个接收器具有唯一的一个坐标, 位于中心的原点坐标为 0, 接收器 X 轴上的坐标分别设为……-2, -1, 0, 1, 2, ……激光发射器发射的激光始终分别垂直底座三 3 向上发射, 经反射镜 7 的反射, 光斑或光斑中心落在底座三 3 上 X 轴接收器 4 上。当反射面设在反射镜 7 的上顶面, 则激光发射器和 X 轴接收器 4 安装在底座四 9 的下表面。当 7 为折射透镜时, 若激光发射器安装在底座四 9 下表面正中心, 则与其对应的由 CCD 线阵构成的光信号接收器安装在底座三 3 的上表面, 激光发射器发射的激光始终垂直底座四 9 向下发射, 经折射透镜 7 的折射, 光斑或光斑中心落在底座三 3 的 X 轴接收器 4 上。激光发射器和由 CCD 线阵构成的光信号接收器可互换位置, 即激光发射器安装在底座三 3 的上表面正中心, 发射的激光垂直底座三 3 向上发射, X 轴接收器 4 安装在底座四 9 的下表面, 激光发射器发射的激光经透镜的折射, 光斑或光斑中心落在 X 轴接收器 4 上。

[0039] 7)、在光路的传播路径上, 如在反射镜或折射透镜与底座之间, 可安装光学元件如透镜或透镜组, 比如凹透镜等, 也可添加反射镜或反射镜组, 包括全反射反射镜或折射透镜等, 固定在底座或壳体上, 光路经过折射或多次反射, 可增大光斑在接收器上的偏移量, 可提高仪器的敏感度, 从而提高仪器的整平精度。

[0040] 8)、反射镜或折射透镜 7 的外周与壳体 14 之间安装有一个阻尼器 6, 以利于底座旋转或伸缩脚升降之后, 使反射镜或折射透镜只能平行于 X 轴接收器元件中心连线所在的并与底座垂直的平面偏转, 即当反射镜或折射透镜偏转时, 反射镜或折射透镜上的点相对于 X 轴方向上有位移, 而在与 X 轴垂直的方向上没有位移, 即反射镜或折射透镜阻尼器 6 沿 X 轴紧贴反射镜或折射透镜 7, 亦即反射镜或折射透镜 7 与 X 轴接收器 4 平行的两个侧面被反射镜或折射透镜阻尼器 6 紧贴, 这样使得当仪器倾斜时, 反射镜或折射透镜 7 只能平行于 XOZ 平面偏转, 在垂直于 X 轴的方向上没有位移。其中 Z 为仪器的竖轴。

[0041] 阻尼器可安装在壳体上或固定在底座上, 阻尼器上可以设置卡死结构, 当不使用时, 可将阻尼器卡死, 这样反射镜或折射透镜将不能再偏转, 有利于保护反射镜或折射透镜在搬动过程中不被撞坏, 并保护吊丝。

[0042] 9)、在底座二 31 或底座四 9 上可安装圆水准器 20 或管水准器 19, 用于手动调节。一般只安装圆水准器即可, 也可安装管水准器或者二者同时安装。当仪器倾斜角度较大, 接收器无法接收到光信号时, 可采用手动调节。也可以采用当倾斜角度较大时, 则添加另外一组接收器及其各组件, 使得仪器倾斜较大角度时, 光斑或光斑中心偏离接收器的中心较近, 以此来粗略调整仪器, 直到 X 轴接收器 4 接收到光信号为止。

[0043] 10)、底座四 9 上可直接安装现有的经纬仪、水准仪等仪器, 若专用于水准仪, 因为水准仪上均安装有圆水准器, 所以本例中的圆水准器或管水准器亦可不再安装。

[0044] 仪器 21 为各种仪器, 包括各种测量仪器如经纬仪、全站仪等的主体部分, 且其竖轴中心与底座四 9 的竖轴中心重合。

[0045] 壳体 14 包围在底座三 3 和底座四 9 外面, 可避免反射镜或折射透镜及吊丝和阻尼器等与外界的直接接触, 减小因温度、风、雨等给仪器带来的误差。

[0046] 二、整平原理:

[0047] 当采用交叉活节吊丝时,

[0048] 1、当 7 为反射镜时：

[0049] 当 7 为反射镜时，若其下底面设为反射面。底座三 3 的正中心处上表面安装有一个激光发射器，激光发射器发射的激光始终垂直底座三 3 向上发射，经反射镜 7 的反射，光斑或光斑中心落在底座三 3 的 X 轴接收器 4 上。

[0050] 如图 4 所示，当仪器竖轴处于铅垂状态时，底座三 3 处于水平状态，此时，反射镜的反射面与底座三 3 平行，也处于水平状态。则位于底座三 3 中心点即 X 轴接收器 4 原点 0 的激光发射器垂直底座三 3 发出的激光照射在反射镜 7 的反射面上，经反射后反射光线照射在接收器的正中心周围并形成光斑，光斑或光斑中心的坐标为原点 0。

[0051] 如图 5 所示，当仪器竖轴在 XOZ 平面内由铅垂状态的 Z 轴倾斜至 Z' 轴，倾斜的角度为 α' ，则底座三 3 相对于水平面偏转 α' ，由于重力的作用，在交叉活节作用下，反射镜 7 相对于底座三 3 会发生偏转，且偏转方向与底座旋转方向相反，由于反射镜 7 受阻尼器 6 作用，在反射镜交叉活节吊丝 8 作用下，反射镜 7 可平行 XOZ 平面偏转，则激光束照射在反射镜 7 的底面，经反射面的反射，反射光线的光斑或光斑中心将落在 X 轴接收器 4 的接收元件 D' 上，其坐标为 x' 。设反射镜 7 相对于水平面的偏转角度为 β' ，反射镜 7 与底座三 3 相对的偏转角度为 $\beta' + \alpha'$ ，称 $\eta = \beta' / \alpha'$ 为交叉活节四边形的放大系数。

[0052] 如图 8 所示，当底座水平时，OA（这里的 OA 等效于反射镜 7 吊丝在底座四的悬吊点之间的距离）的长度为 a，BC（这里的 BC 等效于反射镜上两个悬吊点之间的距离）的长度为 b，此时 OA 与 BC 平行，其距离为 c，h 为整个摆体的重心距 BC 的距离，在上为正，在下为负。

[0053] 则放大系数

$$[0054] \quad \eta = \frac{\frac{-bc}{2d} + h}{\frac{-bd}{2c} + \frac{b^2}{4c} + \frac{b^2 c}{4d^2} - h}$$

[0055] 其中 $d = (a+b)/2$

[0056] 假如采用步距角为 1.8° 的电机，当采用螺距为 1mm 的传动螺纹时，螺杆每旋转 3.6° ，螺杆与螺纹产生的相对移动为 0.01mm，假设此时伸缩脚与转动轴线的距离为 60mm，则此时装置发生的相对转动为 0.01° 。可见采用反射镜时，即使较小的仪器倾斜角度，也能产生较大的光斑或光斑中心偏移。改变 a、b、c 和 h 的比例、添加细分器或其他传动机构可很容易提高仪器整平精度。

[0057] 则当 X 轴接收器 4 接收到光斑或光斑中心的坐标不为原点时，升降 X 轴下方的伸缩脚螺旋，因为反射镜 7 只能平行于 XOZ 平面偏转，所以当升降 X 轴下方的伸缩脚螺旋的过程中，光斑或光斑中心将始终位于 X 轴上，而不会偏离 X 轴。当 X 轴接收器接收到的光斑或光斑中心位于坐标原点时，说明在 X 轴正半轴和负半轴两端处于水平面内。

[0058] 当仪器向任意方向倾斜时，X 轴接收器 4 将接收到不同的信号，并指示出仪器竖轴在 XOZ 平面的倾斜分量。所以启动电源后，激光发射器发射激光，首先电动机 33 复位，即可旋转底座三 3，使得 X 轴接收器 4 平行于一个伸缩螺旋脚与支撑脚的连线，然后升降此螺旋脚，直到 X 轴接收器接收到的光斑或光斑中心所在感光元件的坐标为 0，然后再将电动机再次转动，使得底座三 3 顺时针或者逆时针旋转 90° ，这时，如果 X 轴接收器接收到的光斑或

光斑中心所在感光元件的坐标不为原点,则升降另一个伸缩螺旋脚,直到 X 轴接收器收到的光斑或光斑中心所在感光元件的坐标为 0。按照上述方法反复,直到底座三 3 在任意位置时, X 轴接收器接收到的光斑或光斑中心所在感光元件的坐标均为 0。此时,仪器竖轴处于铅垂状态。

[0059] 当 7 为反射镜,若其上顶面为反射面时,其基本原理与上相同,只是激光发射器和光信号接收器的安装位置不同,底座四 9 的下表面的正中心处底部安装有一个激光发射器, CCD 光信号接收器也安装在底座四 9 的下表面,激光发射器发射的激光始终垂直底座四 9 向下发射,经反射镜 7 反射,光斑或光斑中心落在底座四 9 的接收器上。

[0060] 2、当 7 为折射透镜时:

[0061] 当 7 为折射透镜时,若底座四 9 的正中心安装有一个激光发射器,激光发射器发射的激光始终垂直底座四 9 向下发射,经折射透镜 7 的折射,光斑或光斑中心落在底座三 3 的 X 轴接收器 4 上。

[0062] 如图 6 所示,当仪器竖轴处于铅垂状态时,底座三 3 和底座四 9 均处于水平状态,此时,折射透镜 7 的上下底面与二底座平行,也处于水平状态。则位于底座四 9 中心点的激光发射器垂直底座四 9 发出的激光照射在折射透镜 7 上,经折射后折射光线照射在 X 轴接收器 4 的正中心周围并形成光斑,光斑或光斑中心的坐标为原点 0。

[0063] 如图 7 所示,当仪器竖轴在 XOZ 平面内由铅垂状态的 Z 轴倾斜至 Z' 轴,倾斜的角度为 α' ,则底座三 3 和底座四 9 相对于水平面均偏转 α' ,由于重力的作用,在交叉活节作用下,折射透镜 7 相对于底座三 3 和底座四 9 会发生偏转,且偏转方向与底座旋转方向相反,由于折射透镜 7 受阻尼器 6 作用,在交叉活节吊丝 8 作用下,折射透镜 7 可平行 XOZ 平面偏转,则激光束经过折射透镜 7 的折射,折射光线的光斑或光斑中心将落在 X 轴接收器 4 的接收元件 D' 上,其坐标为 x' 。其交叉活节四边形的放大系数与上述相同。

[0064] 若激光发射器安装在底座三 3 上表面的正中心,则光信号接收器安装在底座四 9 下表面,激光发射器发射的激光垂直底座三 3 向上发射激光束,激光束经折射透镜 7 的折射,光斑或光斑中心落在位于底座四 9 下表面的光信号接收器上。

[0065] 其余调平原理与反射镜时相同,均为调整两个脚螺旋,以使得 X 轴接收器 4 接收到的光斑或光斑中心的坐标为原点 0,则此时仪器竖轴处于铅垂位置。

[0066] 当采用活节四边形时,

[0067] 仪器结构如图 8 所示,以底座三 3 与反射镜或折射透镜 7 为例,当仪器竖轴在 XOZ 平面内由铅垂状态的 Z 轴倾斜至 Z' 轴,倾斜的角度为 α' ,则底座三 3 相对于水平面偏转 α' ,由于重力的作用,在活节四边形作用下,反射镜或折射透镜 7 相对于底座三 3 会发生偏转,且偏转方向与底座旋转方向相同,由于反射镜或折射透镜 7 受阻尼器 6 作用,在反射镜或折射透镜活节四边形活节吊丝 24 作用下,反射镜或折射透镜 7 可平行 XOZ 平面偏转,则激光束经反射镜 7 的反射或折射透镜 7 的折射,反射光线或折射光线的光斑或光斑中心将落在 X 轴接收器 4 的接收元件 D' 上,其坐标为 x' 。设反射镜或折射透镜 7 相对于水平面的偏转角度为 β' ,反射镜 7 与底座三 3 相对的偏转角度为 $\beta' - \alpha'$,称 $\eta = \beta' / \alpha'$ 为交叉活节四边形的放大系数。

[0068] 如图 13 所示,设 OC(这里 OC 等效于活节四边形吊丝与底座的悬吊点之间连线)的长度为 a, MN(这里 MN 等效于反射镜或折射透镜顶面与活节四边形的悬吊点的连线)长

度为 b , 吊丝的长度为 l , h 为整个摆体的重心距 MN 的距离, 当底座水平时, MN 与 OC 平行, 此时两吊丝延长线交于点 A , 两吊丝夹角为 2θ , 当 OC 倾斜, 则放大系数:

[0069]

$$\eta = \frac{\eta^\circ}{1 - h\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a}\right)\eta^\circ \sin\theta}$$

[0070] 其中

[0071]

$$\eta^\circ = \frac{a}{b + \frac{(a-b)^3}{4l^2}}$$

[0072] 表示当 $h = 0$ 时活节四边形的放大系数。

[0073] 其余各零部件的作用与安装均与当采用交叉活节吊丝时相同, 只是因为悬吊方式不同, 同样的仪器倾斜得到的光信号接收器上感光元件的坐标不同, 相对应的底座由倾斜状态至水平状态所进行的底座旋转和伸缩螺旋脚伸缩不同。图 9 是采用活节四边形吊丝与反射镜, 反射面在反射镜底部时仪器竖轴水平时的光路图; 图 10 是采用活节四边形吊丝与反射镜, 反射面在反射镜底部时仪器竖轴倾斜时的光路图; 图 11 是采用活节四边形吊丝与折射透镜, 激光发射器向下发射激光时仪器竖轴水平时的光路图; 图 12 是采用活节四边形吊丝与折射透镜, 激光发射器向下发射激光时仪器竖轴倾斜时的光路图。

[0074] 三、调平步骤:

[0075] 1、松开固定反射镜或折射透镜的阻尼器, 使得反射镜或折射透镜可以自由摆动, 启动电源。

[0076] 2、步进电动机 33 复位, 带动底座三 3 旋转, 复位时, 其中一个伸缩螺旋脚与支撑脚的连线与 X 轴接收器 4 平行。激光发射装置发射激光, 通过反射镜 7 的反射 (或折射透镜 7 的折射) 之后, 光斑或光斑中心照射在底座三 3 上的 X 轴接收器 4 的感光元件上。

[0077] 3、运算控制单元计算出 X 轴感光器上光斑或光斑中心所在元件的坐标 x' 。

[0078] 4、运算控制单元输出信号, 输入控制驱动系统, 控制驱动系统驱动伸缩脚的电动机转动, 从而带动伸缩脚升降。升降复位时与支撑脚连线同 X 轴接收器平行的伸缩脚, 直到 X 轴接收器上光斑或光斑中心所在感光元件的坐标为 0, 伸缩螺旋脚停止伸缩。

[0079] 5、步进电动机 33 顺时针或逆时针旋转 90° , 升降另一个伸缩螺旋脚, 直到 X 轴接收器上光斑或光斑中心所在感光元件的坐标为 0。

[0080] 6、待第二个伸缩螺旋脚停止伸缩后, 重复上述步骤 2-3, 直到无论底座三处于何位置时, X 轴接收器 4 接收到的光斑或光斑中心所在感光元件的坐标均为 0, 此时仪器竖轴处于铅垂位置, 底座三和底座四均处于水平位置。

[0081] 7、使用完毕之后, 关闭电源, 固定阻尼器, 以避免搬动过程中反射镜或折射透镜与壳体的碰撞, 并保护吊丝。

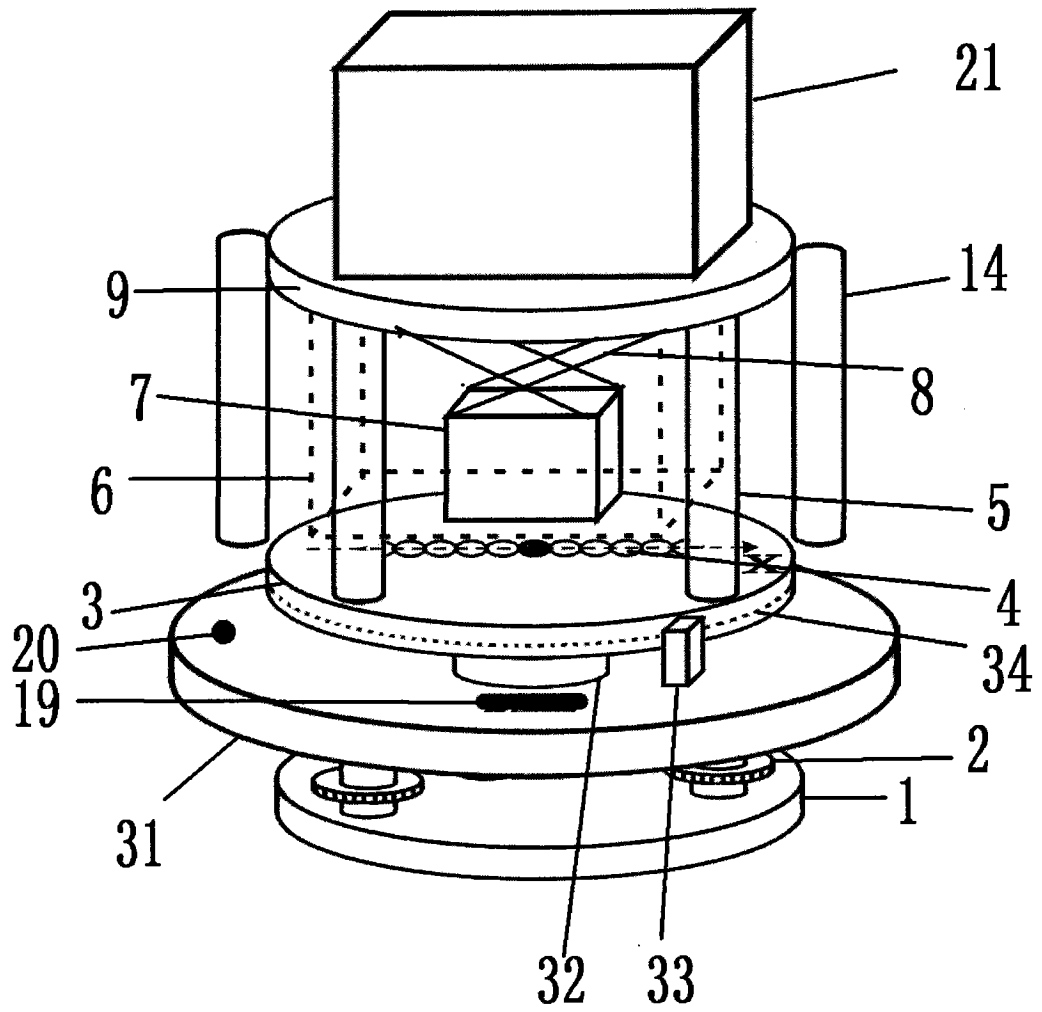


图 1



图 2

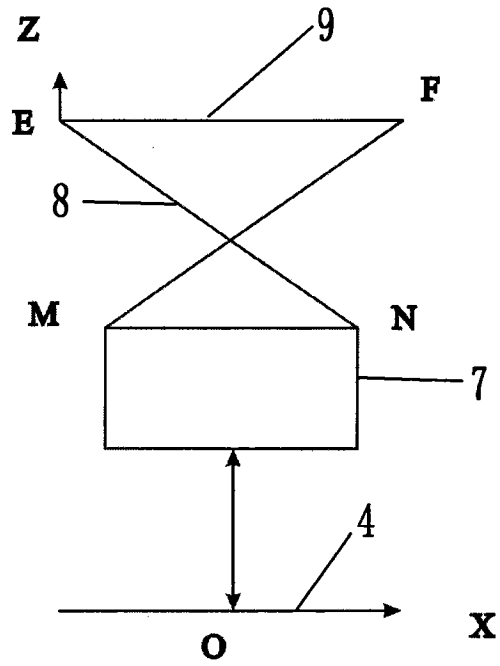


图 3

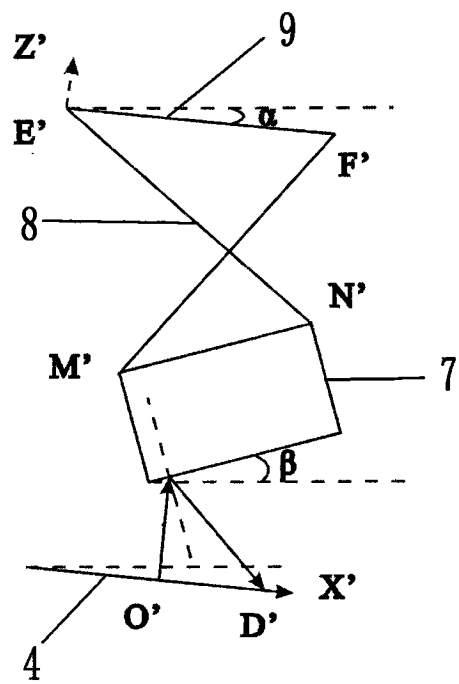


图 4

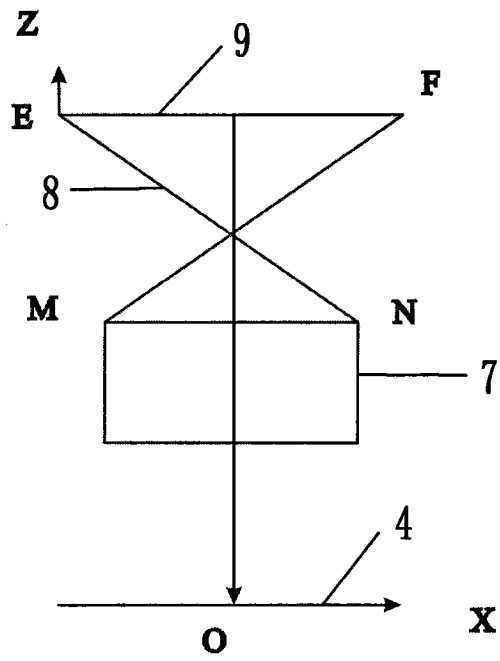


图 5

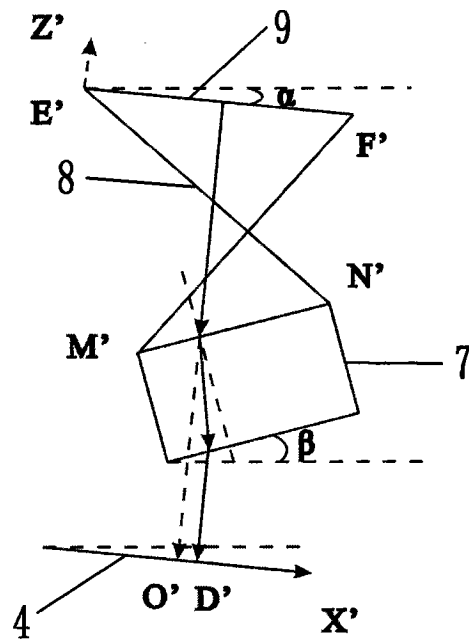


图 6

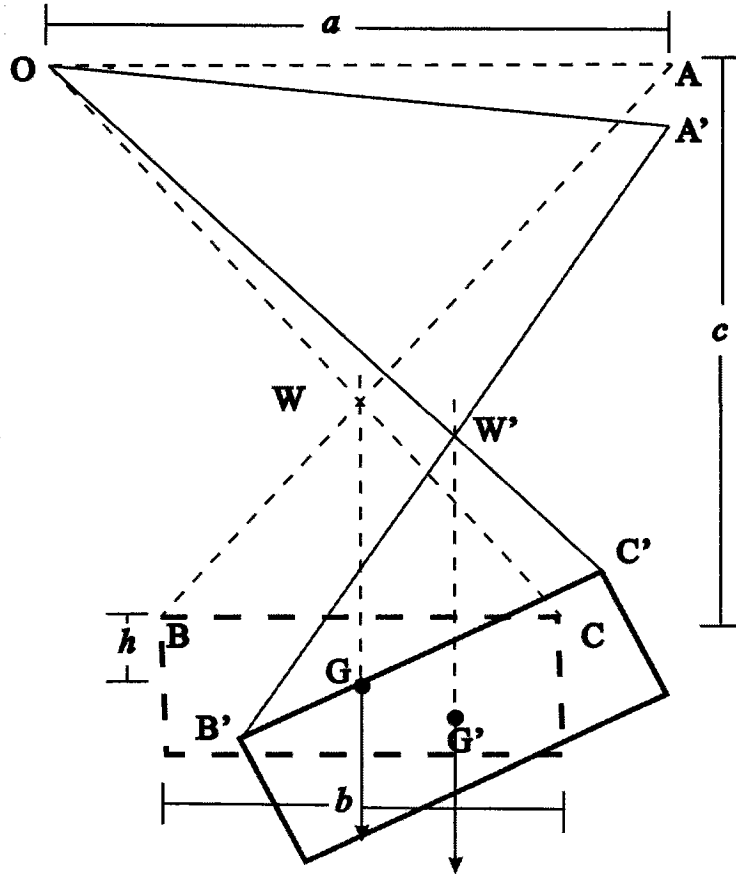


图 7

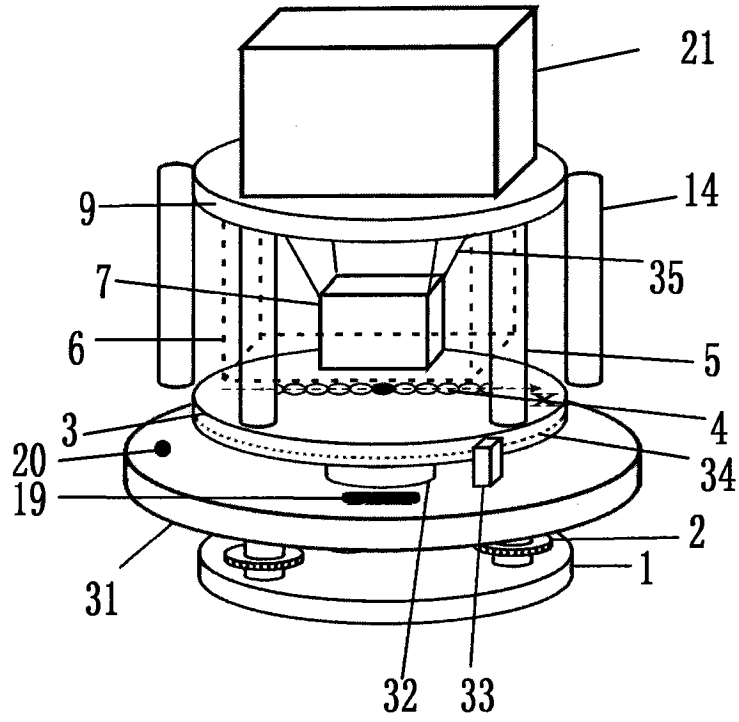


图 8

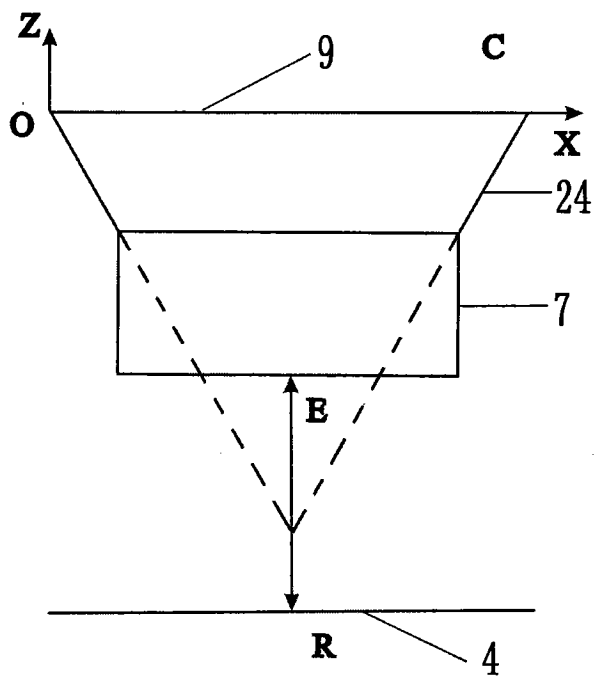


图 9

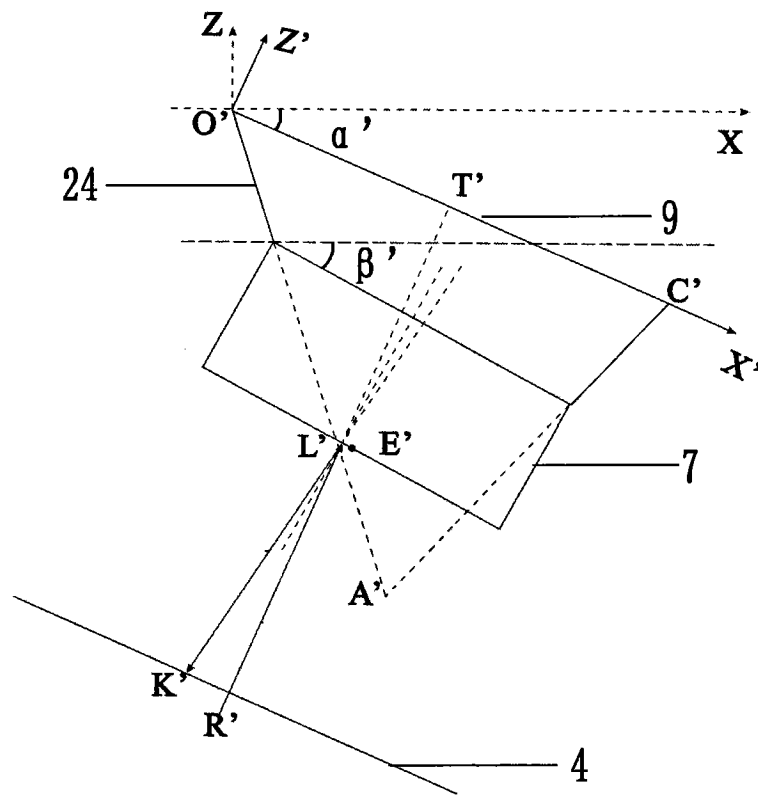


图 10

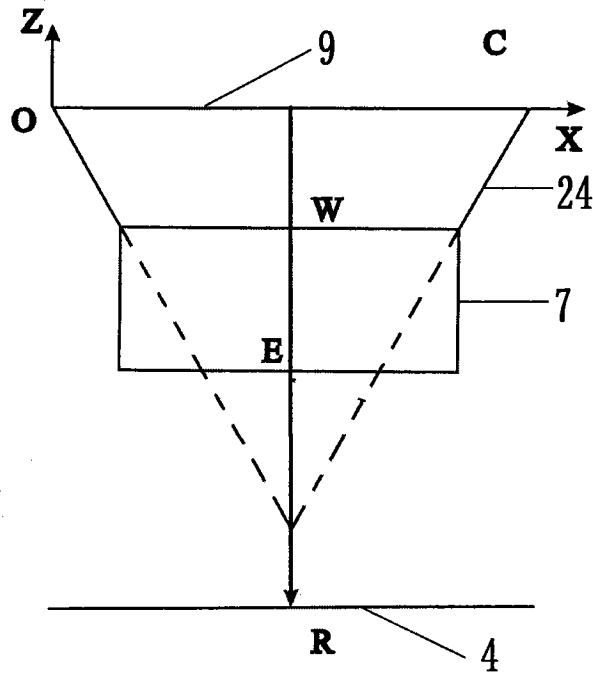


图 11

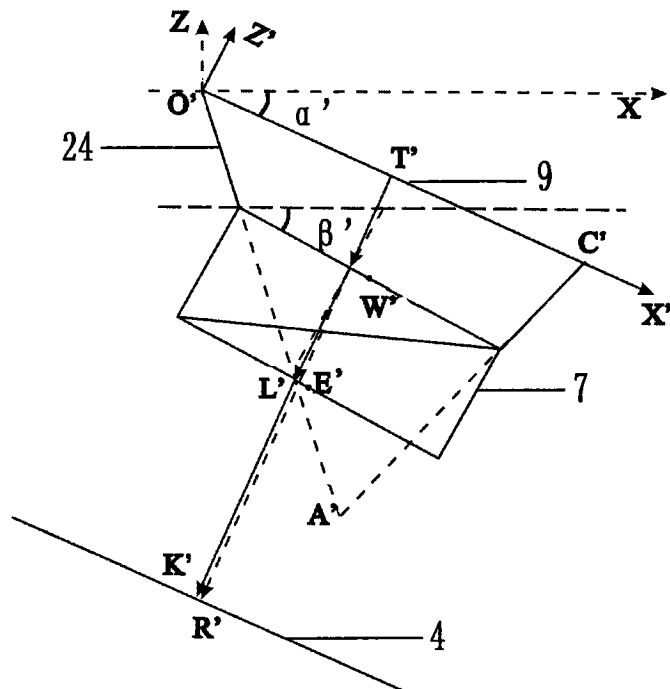


图 12

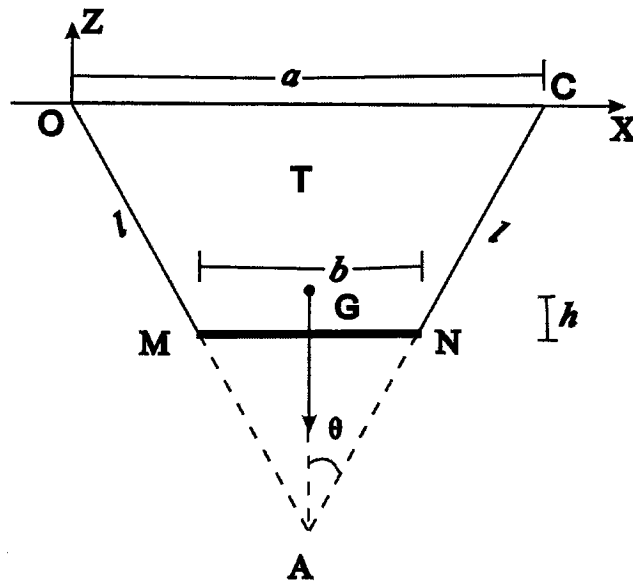


图 13