



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 02100883.3

[45] 授权公告日 2004 年 8 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 1160654C

[22] 申请日 2002.2.7 [21] 申请号 02100883.3

[71] 专利权人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

[72] 发明人 王宝光

审查员 李倩

[74] 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理
事务所

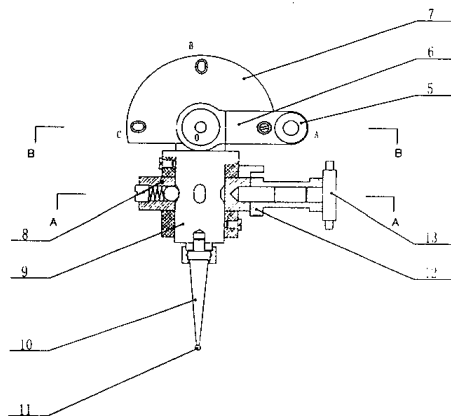
代理人 任延

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

[54] 发明名称 六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪

[57] 摘要

本发明公开了一种六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪。该扫描跟踪仪包括由双频激光干涉仪、二维位置灵敏检测器件、分光镜、二维旋转平面镜及坐标方位测量靶构成。其特征在于：它的坐标方位测量靶是由主轴，位于主轴上端携带角隅棱镜的轴向平面转动机构、位于主轴中部携带光电测头或空心正四面体测头的绕主轴转动机构以及主轴下端由测杆与触球构成的定位机构所组成。在转动臂外端装置角隅棱镜，它的转动由定位靠板上分别于 0°、90°、180° 的轴线位置处，设有由弹性钢球与锥窝副构成的转动定位点。绕主轴转动机构由转动块及转动侧向臂构成。本发明实现六自由度测量功能，测量范围大、精度高、分辨力高。



1、一种六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪，该扫描跟踪仪式包括由双频激光干涉仪、二维位置灵敏检测器件、分光镜、二维旋转平面镜及坐标方位测量靶构成，其特征在于：它的坐标方位测量靶的结构：主轴（9）、位于该主轴上端连接定位靠板（7），其上镶嵌短轴（14）连接转动臂（6），转动臂外端携带角隅棱镜（5）；位于主轴中部设置转动块（8），其上垂直于主轴设置能自转动的侧向臂（12），侧向臂携带光电测头或空心正四面体测头；主轴的下端是测量杆及定位触球。

2、按权利要求1所述的六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪，其特征在于：定位靠板上分别于 0° 、 90° 、 180° 的轴线位置处设有由弹性钢球与锥窝副构成的锁定转动臂的定位点。

3、按权利要求1所述的六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪，其特征在于：转动块（8）通过其上的弹性钢球与主轴上的锥窝副构成在主轴上 0° 、 90° 、 180° 与 270° 的四个锁定点；侧向臂12通过转动块（8）上的弹性钢球与其自身的锥窝副构成的定位机构可使所携带的光电测头的测量轴线锁定在平行于主轴轴线或垂直于主轴轴线的两个位置方向上。

六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪

技术领域

本发明涉及一种六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪。属于激光扫描跟踪仪的创新技术。

背景技术

现有的三维激光扫描跟踪仪是一种高精度(动态测量时为 $\pm 20\text{ppm}$)、高分辨力(距离测量精度为 $0.1\mu\text{m}$,角度测量精度为 0.25arc-sec.)、大范围(25m)、智能化动态测量仪器,其工作原理如图1所示。由HP双频激光干涉仪1发出的测量光束经分光镜3入射到二维旋转的平面反射镜4上,由平面镜4反射出的平行光束打到角隅棱镜5的中心位置后被反射回到分光镜3,返回的光束照射到二维位置灵敏检测器件(PSD)2上。当发射光束的中心位于角隅棱镜的中心位置时,返回光束的中心必位于PSD坐标的中心位置,此时,跟踪仪的机械系统处于静止状态。当棱镜移动时,返回光束的中心位置将偏离PSD的中心,PSD将偏离其中心的几何量转换为电信号,该电信号经计算机处理后驱动平面镜4水平与垂直旋转,直到发出的光束再次跟踪入射到棱镜的中心,同时返回的光束也重新回到PSD的中心。平面镜4的旋转由伺服电机驱动,其水平与垂直旋转的角度值由位于平面镜4水平与垂直轴线上角度光栅给出并由计算机记录,从而完成扫描跟踪测量。

显然,该三维激光扫描跟踪仪适合于坐标轨迹的跟踪测量,也适合于曲面轮廓的描绘。因此在大尺寸、高精度的空间坐标测量项目中有着广泛的应用。但是,直接应用上述三维测量装置不能实现被跟踪物体坐标方位的测定(如孔中心轴线方位角的测量,多孔之间中心距的测量等),也不能实现空间点之间的距离测量(如瞄准与测量两个空间十字线交点的距离等)。原因是该角隅棱镜的作用只是将入射光线沿原方向返回,而当该角隅棱镜围绕入射光线有方位角转动时,其反射光线的方向不变,因此无法测量出围绕入射光线的方位角变化,即不能实现三维方位角的测量。又由于该角隅棱镜自身不具备坐标系功能,因此无法携带点位瞄准测头,所以不能实现空间点之间的距离测量。

发明内容

本发明的目的在于提供一种六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪。该激光扫描跟踪仪不仅能完成坐标轨迹的跟踪及曲面轮廓的描绘；而且还具备测量或瞄准所跟踪物体坐标方位及空间点距的多项功能，并使该仪器成为六自由度、大测量范围、高精度、高分辨力的基准溯源装置。

本项发明是通过下述技术方案加以实现的。包括由双频激光干涉仪、二维位置灵敏检测器件、分光镜、二维旋转平面镜及坐标方位测量靶构成六自由度测量功能的激光扫描跟踪仪。其特征在于：它的坐标方位测量靶的结构：主轴9，位于该主轴上端连接定位靠板7，其上镶嵌短轴14连接转动臂6，转动臂外端携带角隅棱镜5；位于主轴中部设置转动块8，其上垂直于主轴设置能自转动的侧向臂12，侧向臂携带光电测头或空心正四面体测头；主轴的下端是测量杆及定位触球。

上述的定位靠板上分别于 0° 、 90° 、 180° 的轴线位置处设有由弹性钢球与锥窝副构成的锁定转动臂的定位点。

上述的转动块8通过其上的弹性钢球与主轴上的锥窝副构成在主轴上 0° 、 90° 、 180° 与 270° 的四个锁定点；侧向臂12通过转动块8上的弹性钢球与其自身的锥窝副构成的定位机构可使所携带的光电测头的测量轴线锁定在平行于主轴轴线或垂直于主轴轴线的两个位置方向上。

本发明不仅适用于坐标轨迹的跟踪及曲面轮廓的描绘；而且还能实现测量或瞄准所跟踪物体坐标方位及空间点距的多项功能，从而确立了该仪器成为六自由度、大测量范围、高精度、高分辨力的基准溯源装置。

附图说明

图1为三维激光扫描跟踪仪的工作原理示意图。

图2为本发明的坐标方位测量靶的结构示意图。

图3为图2 A-A剖面示意图。

图4为图2 B-B剖面示意图。

图中：1-双频激光干涉仪，2-二维位置灵敏检测器件（PSD），3-分光镜，4-平面反射镜，5-角隅棱镜，6-转动臂，7-定位靠板，8-转动块，9-主轴，10-测杆，11-触球，12-侧向臂，13-光电定位测头，14-短轴，15-角隅棱镜磁性靶座。

具体实施方式

结合附图对本发明的原理及实施测量的过程加以说明。

在携带角隅棱镜的轴向平面转动机构中，转动臂 6 的中心线可由弹性钢球与锥窝副准确定位在定位靠板 7 的三个位置处 (OA、OB、OC)，因此，角隅镜光靶的中心在三个位置上的坐标值 (图中 A、B、C 三点) 可在三坐标测量机上测量确定。设以轴向平面转动机构的旋转中心 O 为坐标原点，以 A (x_a, y_a, z_a)、B (x_b, y_b, z_b)、C (x_c, y_c, z_c) 三点坐标值为参考点构成“三自由度坐标方位测量靶”的坐标系统。该坐标方位测量靶与三维激光扫描跟踪仪联机应用时，其坐标系为扫描跟踪仪的子坐标系，以 $X'Y'Z'$ 表示。在携带光电测头或空心正四面体测头的绕轴转动机构中，侧向臂 12 可安装光电定位测头，用于定位被测点；也可安装空心正四面体，采用六自由度参数综合调整法来定位二维视觉传感器等。

在测量时，随着角隅棱镜光靶绕其坐标原点 O 旋转一周，计算机将采集光靶位于 0° 、 90° 和 180° 三个位置处的坐标值。根据这三点的坐标值，由式(1)可以求出 $X' - Y'$ 平面方程，

$$p_a(x' - x'_b) + q_a(y' - y'_b) + r_a(z' - z'_b) = 0 \quad (1)$$

式中 p_a 、 q_a 、 r_a 为 $X' - Y'$ 平面的方向数。

并由该平面方程求得其通过 O 点的法线方程。因此，通过矩阵 2 的运算便可将靶标系统 $X'Y'Z'$ 的坐标转换到三维激光扫描跟踪仪的主坐标系之中。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = R_g \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} + t \quad (2)$$

式中 R_g 为坐标旋转系数， t 为坐标平移系数。

例如，在汽车自身整体误差测量项目中，该“三自由度坐标方位测量靶”上的空心正四面体的棱边被用来虚拟 (代表) 车身上某标准棱边，并被安排到图纸规定的空间坐标与方位处，以使用它来定位二维视觉传感器在主坐标系中的位置。显然，该定位过程的实质是对所跟踪物体坐标方位的瞄准。由于靶标系统 $X'Y'Z'$ 已建立在三维激光扫描跟踪仪的主坐标系

之中，因此位于 $X' Y' Z'$ 坐标系中的空心正四面体的棱边位置便也已得知。

再如，利用测杆与触球测量时，不但触球的位置可知，而且测杆轴线在主坐标系中的方位也已知。因此，既可测量空间的点距，也可测量孔中心线的坐标方位。

因此，该“三自由度坐标方位测量靶”可装卡各种用途的传感器，进一步扩大了三维激光扫描跟踪仪的功能；仅通过简单的矩阵计算便可实现了空间六自由度的测量。

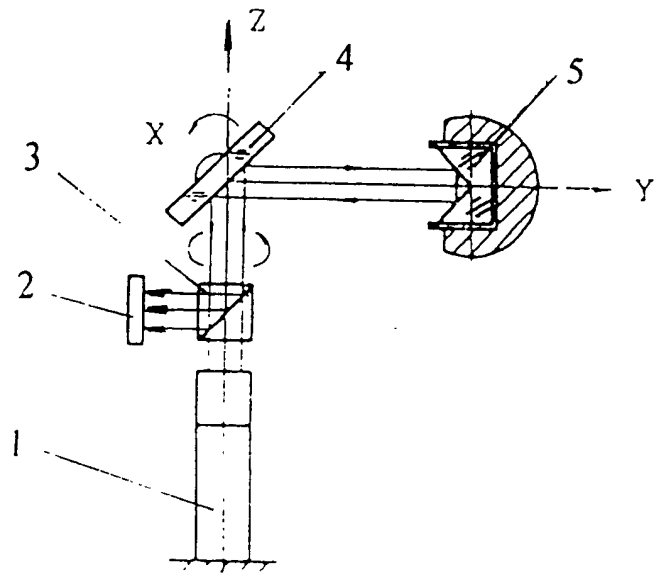


图 1

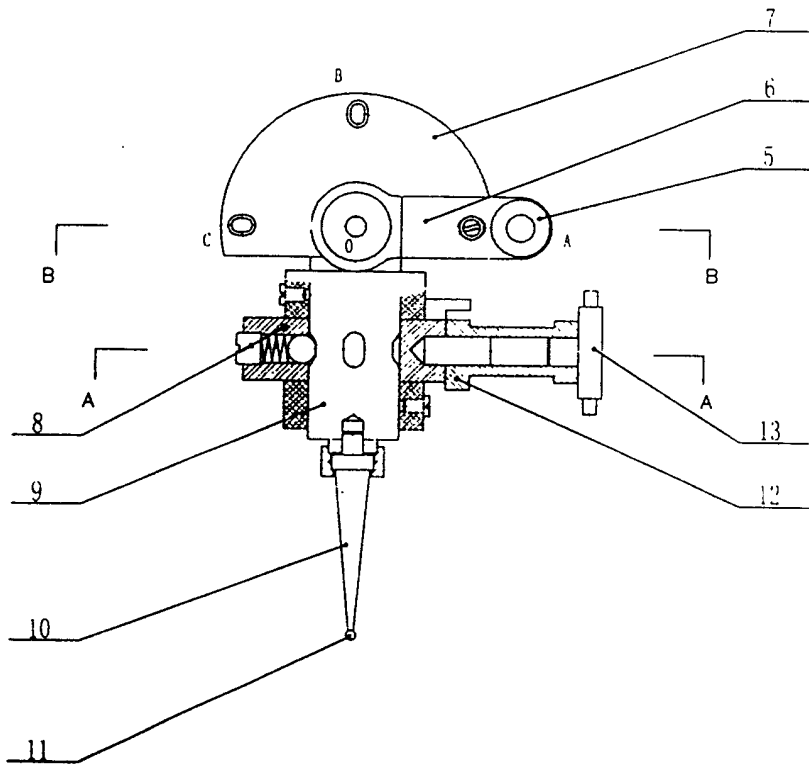


图 2

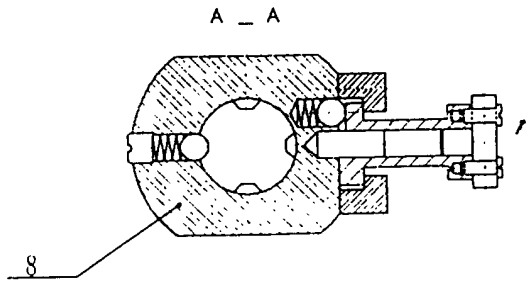


图 3

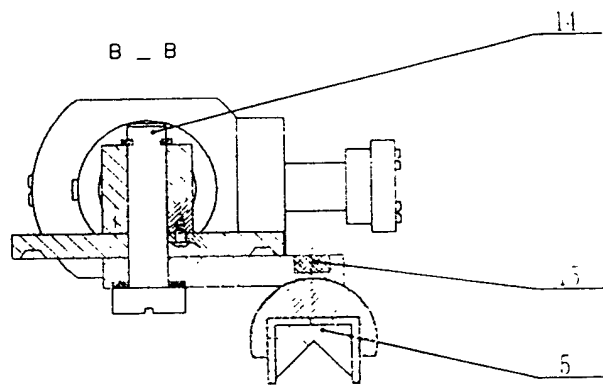


图 4

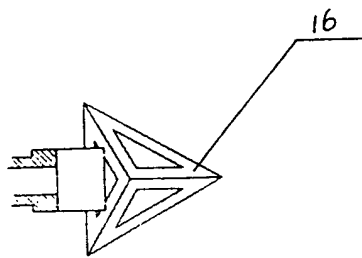


图 5