(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102944923 B
(45)授权公告日 2014.10.29

(21)申请号 201210473357.2
(22)申请日 2012.11.20
(73)专利权人 中国科学院西安光学精密机械研究所
地址 710119 陕西省西安市高新区新型工业园信息大道17号
(72)发明人 张学敏 魏儒义 闫肃 段嘉友 李华
(74)专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限公司 61211
代理人 姚敏杰
(51)Int.Cl.
G02B 7/182(2006.01)
G02B 7/198(2006.01)
G02B 27/32(2006.01)
G02B 27/36(2006.01)

(56)对比文件
CN 202916480 U,2013.05.01,

审查员 李卓

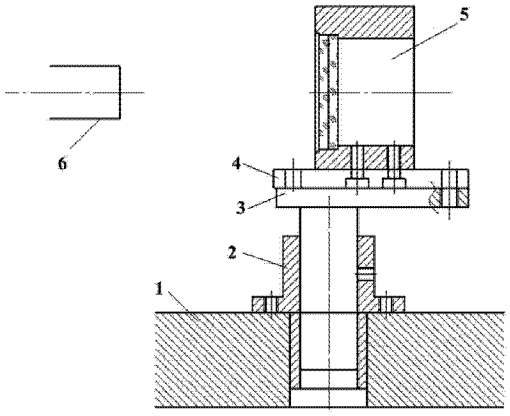
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法，该系统包括高精度平板、转轴、含有十字丝的分划板以及高精度显微镜；高精度平板上设置有内孔；转轴设置在高精度平板的内孔中；含有十字丝的分划板竖直设置在转轴上并随转轴在高精度平板的内孔中进行自由转动；高精度显微镜与含有十字丝的分划板同光轴设置。本发明提供了一种定位精度高、易于调整以及便于操作的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法。



CN 102944923 B

1. 一种实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统，其特征在于：所述系统包括高精度平板、转轴、含有十字丝的分划板以及高精度显微镜；所述高精度平板上设置有内孔；所述转轴设置在高精度平板的内孔中；所述含有十字丝的分划板竖直设置在转轴上并随转轴在高精度平板的内孔中进行自由转动；所述高精度显微镜与含有十字丝的分划板同光轴设置；

所述转轴呈T型，所述T型转轴包括水平段以及与水平段相连的竖直段；所述竖直段设置在高精度平板的内孔中；所述含有十字丝的分划板竖直设置在T型转轴的水平段上；

所述T型竖直段与高精度平板内孔之间的间隙小于0.01mm；

所述系统还包括设置在高精度平板与转轴之间的底座；所述底座伸入高精度平板的内孔中并与高精度平板固定在一起；所述转轴设置在底座中并在底座中进行间隙小于0.01mm的转动；

所述高精度平板的平面度优于0.005mm；

所述高精度显微镜的分辨率优于0.01mm。

2. 根据权利要求1所述的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统，其特征在于：所述含有十字丝的分划板是组合分划板；所述组合分划板包括含有十字丝的分划板以及与分划板同等大小的平板玻璃；所述含有十字丝的分划板与平板玻璃贴合在一起。

3. 根据权利要求1或2所述的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统，其特征在于：所述系统还包括分划板框；所述分划板框竖直设置在转轴的水平段上；所述含有十字丝的分划板镶嵌在分划板框中。

4. 根据权利要求3所述的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统，其特征在于：所述系统还包括水平设置在转轴上的连接板；所述分划板框设置在连接板上。

5. 一种基于权利要求1-4任一权利要求所述的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统的定位方法，其特征在于：所述方法包括以下步骤：

1）采取旋转找中心的方法调整含有十字丝的分划板的十字丝与高精度平板内孔中心的位置，使二者高精度重合；所述高精度重合是分划板中心与旋转轴中心误差小于0.01mm；

1.1）调整高精度显微镜的位置，使高精度显微镜视场中心瞄准含有十字丝的分划板的中心；

1.2）将含有十字丝的分划板旋转180°，通过自准直平行光管实现含有十字丝的分划板180°精确旋转，观察含有十字丝的分划板旋转180°后其中心在显微镜中的变化量，X方向调整变化量的1/2，反复进行若干次后可调整使分划板绕旋转轴X方向的中心变化量小于0.01mm；

1.3）将含有十字丝的分划板旋转90°，调整高精度显微镜的位置，使高精度显微镜视场中心瞄准含有十字丝的分划板的中心；

1.4）将含有十字丝的分划板旋转180°，通过自准直平行光管实现分划板180°精确旋转，观察含有十字丝的分划板旋转180°后其中心在显微镜中的变化量，Y方向调整变化量的1/2，反复若干次后可调整使分划板绕旋转轴Y方向的中心变化量小于0.01mm；

1.5）经过多次反复调整保证X、Y方向旋转180°分划板中心变化量小于0.01mm；

2）根据自准直的原理调整球面反射镜的位置，调整球面反射镜的曲率半径中心与权利

要求 1-4 任一权利要求所述的定位系统的位置，使定位系统的含有十字丝的分划板与球面反射镜曲率半径中心重合：

2.1) 利用内调焦望远镜或定中心仪，使分划板十字丝中心成像在仪器视场中心；

2.2) 照亮分划板；

2.3) 调整球面镜的空间位置，使分划板十字丝经球面镜所成的自准像位于内调焦望远镜的视场中心；

2.4) 调校自准像以及分划板清楚，分划板与自准像共面性小于 0.02mm。

实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学精密装调领域，涉及一种反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法，尤其涉及一种实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法。

背景技术

[0002] 光学系统多样化的发展，从传统同轴光学系统发展到离轴光学系统，再到现在的偏轴光学系统。光学系统形式的日益复杂，使得装调难度增大，对于偏光学系统，由于其系统设计的特殊性，即光学系统中的光学元件没有共同的光轴，使得利用以往常规的装调方法不能实现此类系统的有效装调。并且由于偏轴光学元件不具有光轴中心部分，因此利用传统接触式间隔测量的方法无法实现各反射镜相对位置的精确定位，从而无法保证系统的焦距及系统最终成像质量。此外，由于偏轴光学系统光学元件数量较多，利用计算机辅助装调的方法对系统进行辅助调整时调整变量太多，使得调整有效性降低，不能实现偏轴光学中各偏轴球面反射镜的有效定位。

发明内容

[0003] 为了解决背景技术中存在的上述技术问题，本发明提供了一种定位精度高、易于调整以及便于操作的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法。

[0004] 本发明的技术解决方案是：本发明提供了一种实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统，其特殊之处在于：所述实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统包括高精度平板、转轴、含有十字丝的分划板以及高精度显微镜；所述高精度平板上设置有内孔；所述转轴设置在高精度平板的内孔中；所述含有十字丝的分划板竖直设置在转轴上并随转轴在高精度平板的内孔中进行自由转动；所述高精度显微镜景深小，可分辨出分划板微小的移动量，分辨率优于 0.01mm，并与含有十字丝的分划板同光轴设置。

[0005] 上述转轴呈 T 型，所述 T 型转轴包括水平段以及与水平段相连的竖直段；所述竖直段设置在高精度平板的内孔中；所述含有十字丝的分划板竖直设置在 T 型转轴的水平段上。

[0006] 上述 T 型竖直段与高精度平板内孔之间的间隙小于 0.01mm。

[0007] 上述含有十字丝的分划板是单个分划板或组合分划板。

[0008] 上述组合分划板包括含有十字丝的分划板以及与分划板同等大小的平板玻璃；所述含有十字丝的分划板与平板玻璃贴合在一起。

[0009] 上述系统还包括设置在高精度平板与转轴之间的底座；所述底座伸入高精度平板的内孔中并与高精度平板固定在一起；所述转轴设置在底座中并在底座中进行间隙小于 0.01mm 的转动。

[0010] 上述系统还包括分划板框；所述分划板框竖直设置在转轴的水平段上；所述含有十字丝的分划板镶嵌在分划板框中。

[0011] 上述系统还包括水平设置在转轴上的连接板；所述分划板框设置在连接板上。

[0012] 一种基于上述的实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统的定位方法，其特殊之处在于：所述方法包括以下步骤：

[0013] 1）采取旋转找中心的方法调整含有十字丝的分划板的十字丝与高精度平板内孔中心的位置，使二者高精度重合；所述高精度重合是分划板中心与旋转轴中心误差小于0.01mm；

[0014] 2）根据自准直的原理调整球面反射镜的位置，调整球面反射镜的曲率半径中心与权利要求1-8任一权利要求所述的定位系统的位置，使定位系统的含有十字丝的分划板与球面反射镜曲率半径中心重合。

[0015] 上述步骤1）的具体实现方式是：

[0016] 1.1）调整高精度显微镜的位置，使高精度显微镜视场中心瞄准含有十字丝的分划板的中心；

[0017] 1.2）将含有十字丝的分划板旋转180°，通过自准直平行光管实现含有十字丝的分划板180°精确旋转，观察含有十字丝的分划板旋转180°后其中心在显微镜中的变化量，X方向调整变化量的1/2，反复进行若干次后可调整使分划板绕旋转轴X方向的中心变化量小于0.01mm；

[0018] 1.3）将含有十字丝的分划板旋转90°，调整高精度显微镜的位置，使高精度显微镜视场中心瞄准含有十字丝的分划板的中心；

[0019] 1.4）将含有十字丝的分划板旋转180°，通过自准直平行光管实现分划板180°精确旋转，观察含有十字丝的分划板旋转180°后其中心在显微镜中的变化量，Y方向调整变化量的1/2，反复若干次后可调整使分划板绕旋转轴Y方向的中心变化量小于0.01mm；

[0020] 1.5）经过多次反复调整保证X、Y方向旋转180°分划板中心变化量小于0.01mm；

[0021] 所述步骤2）的具体实现方式是：

[0022] 2.1）利用内调焦望远镜或定中心仪，使分划板十字丝中心成像在仪器视场中心；

[0023] 2.2）照亮分划板；

[0024] 2.3）调整球面镜的空间位置，使分划板十字丝经球面镜所成的自准像位于内调焦望远镜的视场中心；

[0025] 2.4）调校自准像以及分划板清楚，分划板与自准像共面性小于0.02mm。

[0026] 本发明的优点是：

[0027] 本发明提供了一种实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统及方法，通过设计的曲率半径中心定位辅助工装以及自准直原理实现曲率半径中心精确定位。为了能够很好保证各球面反射镜的曲率半径中心位置，根据光路走向设计了高精度平板，该平板通过高精度机械加工，平面度优于0.005mm，并保证该高精度平板上的孔中心位置与球面反射镜的曲率半径中心设计位置二者是严格重合的，精度高达0.01mm。本发明所提供的整个工装系统只要实现分划板十字丝中心线与平板内孔的旋转轴的高精度重合，就可以找到各个偏轴球面反射镜的可见球心，从而利用自准直原理，实现反射镜中心的精确定位。本发明利用曲率半径中心定位辅助工装实现球面反射镜的曲率半径中心精确定位后，需根据自准直的原理调整球面反射镜的位置，使得球面反射镜的曲率半径中心与定位辅助工装确定的曲率半径中心严格重合。根据光学原理，如果曲率半径中心定位工装中的十字分化板与球面反射镜曲率半径中心重合，此时十字分划板与其经过球面反射镜所成的自准像是重合的。

同时，本发明为了解决单片十字分划板不能有效确定中心偏移量这一技术问题，采用由单个分划板及同等大小的平板玻璃构成的组合分划板，从而将十字丝放置在组合分划板的中心，在旋转180° 后不存在光程差。本发明解决了现有技术中实现偏轴球面反射镜曲率半径中心定位精度低、调整过程复杂这一问题，具有定位精度高、易于调整等优点。

附图说明

[0028] 图1a是基于本发明所述的方法对凹球面镜曲率半径中心调整示意图；

[0029] 图1b是基于本发明所述的方法对凸球面镜曲率半径中心调整示意图；

[0030] 图2是本发明所提供的曲率半径中心定位辅助工装的总体结构示意图；

[0031] 图3a是本发明所采用的平板的结构示意图；

[0032] 图3b是图3a的A-A向结构示意图；

[0033] 图3c是图3a的B-B向结构示意图；

[0034] 图3d是图3a的后视结构示意图；

[0035] 图4是本发明所采用的底座的结构示意图；

[0036] 图5a是本发明所采用的转轴支架的结构示意图；

[0037] 图5b是图5a的侧视结构示意图；

[0038] 图6a是本发明所采用的连接板的结构示意图；

[0039] 图6b是图6a的侧视结构示意图；

[0040] 图7a是本发明所采用的分划板框的结构示意图；

[0041] 图7b是图7a的侧视结构示意图；

[0042] 图8a1是本发明所采用的单个分划板的结构示意图；

[0043] 图8a2是图8a1的侧视结构示意图；

[0044] 图8b1是本发明所采用的组合分划板的结构示意图；

[0045] 图8b2是图8b1的侧视结构示意图；

[0046] 其中：

[0047] 1-高精度平板；2-底座；3-转轴支架；4-连接板；5-分划板框；6-高精度显微镜。

具体实施方式

[0048] 参见图2，本发明提供了一种实现偏轴球面反射镜曲率半径中心精确定位系统包括高精度平板、转轴、含有十字丝的分划板以及高精度显微镜；高精度平板上设置有内孔；转轴设置在高精度平板的内孔中；含有十字丝的分划板竖直设置在转轴上并随转轴在高精度平板的内孔中进行自由转动；高精度显微镜与含有十字丝的分划板同光轴设置。转轴呈T型，T型转轴包括水平段以及与水平段相连的竖直段；竖直段设置在高精度平板的内孔中；含有十字丝的分划板竖直设置在T型转轴的水平段上。T型竖直段与高精度平板内孔之间的间隙小于0.01mm。含有十字丝的分划板是单个分划板或组合分划板。组合分划板包括含有十字丝的分划板以及与分划板同等大小的平板玻璃；含有十字丝的分划板与平板玻璃贴合在一起。系统还包括设置在高精度平板与转轴之间的底座；底座伸入高精度平板的内孔中并与高精度平板固定在一起；转轴设置在底座中并在底座中进行间隙小于0.01mm的转动。系统还包括分划板框；分划板框竖直设置在转轴的水平段上；含有十字丝的分划板

镶嵌在分划板框中。系统还包括水平设置在转轴上的连接板；分划板框设置在连接板上。

[0049] 参见图 3a、图 3b、图 3c 以及图 3d，为了能够很好保证各球面反射镜的曲率半径中心位置，根据光路走向设计了高精度平板 1，通过高精度机械加工，保证该高精度平板 1 上的孔中心位置与球面反射镜的曲率半径中心设计位置二者是严格重合的，精度为 0.01mm。

[0050] 参见图 4，底座 2 的外圆与高精度平板 1 上的内孔高精度研磨配合，保证配合间隙小于 0.01mm，并通过螺孔与平板连接。

[0051] 参见图 5a、图 5b、图 6a 以及图 6b，转轴支架 3 与连接板 4 为过渡工装，转轴支架 3 的外圆与底座 2 上的内孔高精度研磨配合，保证配合间隙小于 0.01mm，并与连接板 4 通过螺孔进行连接定位，且连接平板相对于转轴支架在 X、Y 方向有 0.5mm 的平移调整余量，用于调整分划板中心与平板内孔中心的高精度重合。

[0052] 参见图 7a 以及图 7b，分划板框 5 中装有分划板，并通过螺孔与连接板连接定位。整个工装系统只要实现分划板十字丝中心线与平板内孔的旋转轴的高精度重合，就可以找到各个偏轴球面反射镜的可见球心，从而利用自准直原理，实现反射镜中心的精确定位，定位精度可达 0.01mm。

[0053] 为了精确实现分划板十字丝中心与平板内孔中心的高精度重合，采取旋转找中心的方法进行调整。具体步骤为：

[0054] 1、调整高精度显微镜 6 的位置，使得显微镜视场中心瞄准分划板中心；

[0055] 2、分划板旋转 180°，通过自准直平行光管实现分划板 180° 精确旋转，观察分划板旋转 180° 后其中心在显微镜中的变化量，X 方向调整变化量的 1/2，反复几次即可调整使得分划板绕旋转轴 X 方向的中心变化量 <0.01mm；

[0056] 3、分划板旋转 90°，调整高精度显微镜的位置，使得显微镜视场中心瞄准分划板中心；

[0057] 4、分划板旋转 180°，通过自准直平行光管实现分划板 180° 精确旋转，观察分划板旋转 180° 后其中心在显微镜中的变化量，Y 方向调整变化量的 1/2，反复几次即可调整使得分划板绕旋转轴 Y 方向的中心变化量 <0.01mm；

[0058] 5、经过多次反复调整保证 X、Y 方向旋转 180° 分划板中心变化量 <0.01mm，则可认为分划板中心与旋转轴中心误差 <0.01mm。

[0059] 参见图 8a1 以及图 8a2，单个十字分划板在旋转 180° 后，会产生一定的光程差，光程差大小等于分划板的厚度，使得分划板旋转 180° 后其中心在显微镜中的变化量为光程差与中心偏移量的和，不能有效确定中心偏移量。为了解决这一问题，设计了组合分划板，参见图 8b1 以及图 8b2，该组合分划板由单个分划板及同等大小的平板玻璃构成，从而将十字丝放置在组合分划板的中心，在旋转 180° 后不存在光程差。

[0060] 利用曲率半径中心定位辅助工装实现球面反射镜的曲率半径中心精确定位后，需根据自准直的原理调整球面反射镜的位置，使得球面反射镜的曲率半径中心与定位辅助工装确定的曲率半径中心严格重合。根据光学原理，如果曲率半径中心定位工装中的十字分化板与球面反射镜曲率半径中心重合，此时十字分划板与其经过球面反射镜所成的自准像是重合的。图 1a 以及图 1b 分别为凹球面镜以及凸球面镜曲率半径中心调整示意图。

[0061] 调整步骤如下：

[0062] 1、利用内调焦望远镜或定中心仪，使分划板十字丝中心成像在仪器视场中心；2、

照亮分划板；3、调工球面镜的空间位置，使分划板十字丝经球面镜所成的自准像位于内调焦望远镜的视场中心；4、仔细调校自准像和分划板同时清楚，为了提高精度，可使用高倍率仪器监视，希望分划板与自准像共面性 <0.02mm。经过以上调整，实现了偏轴球面反射镜曲率半径中心的精确定位。

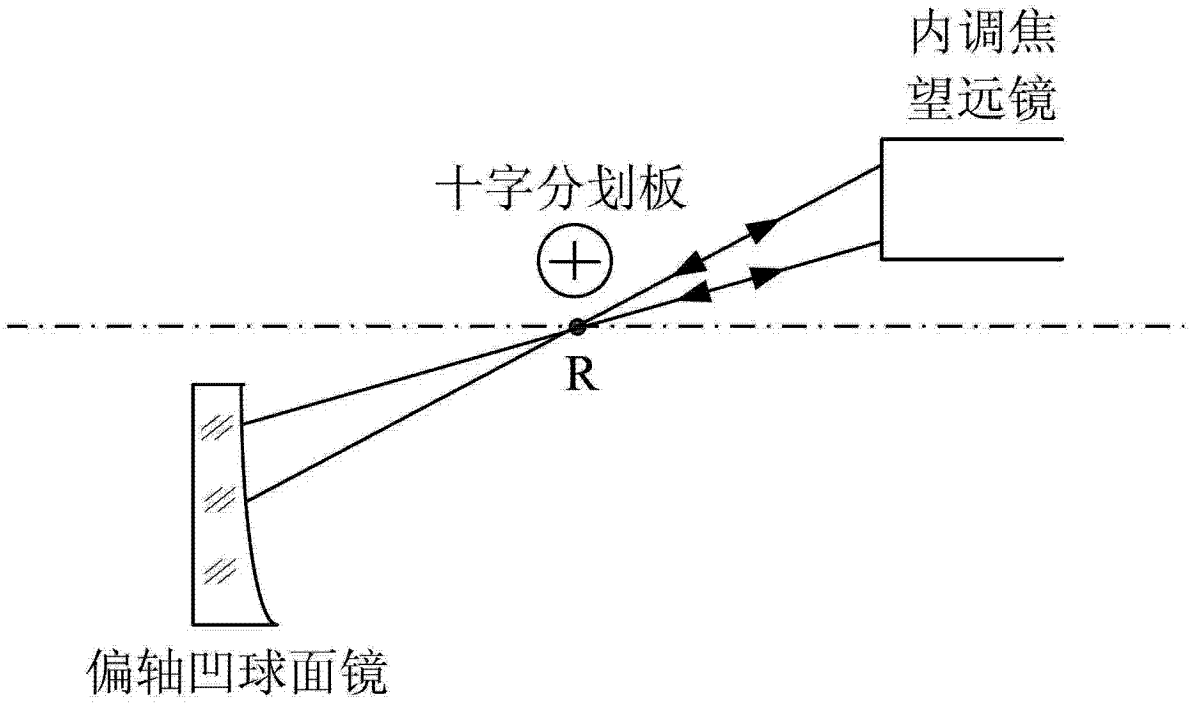


图 1a

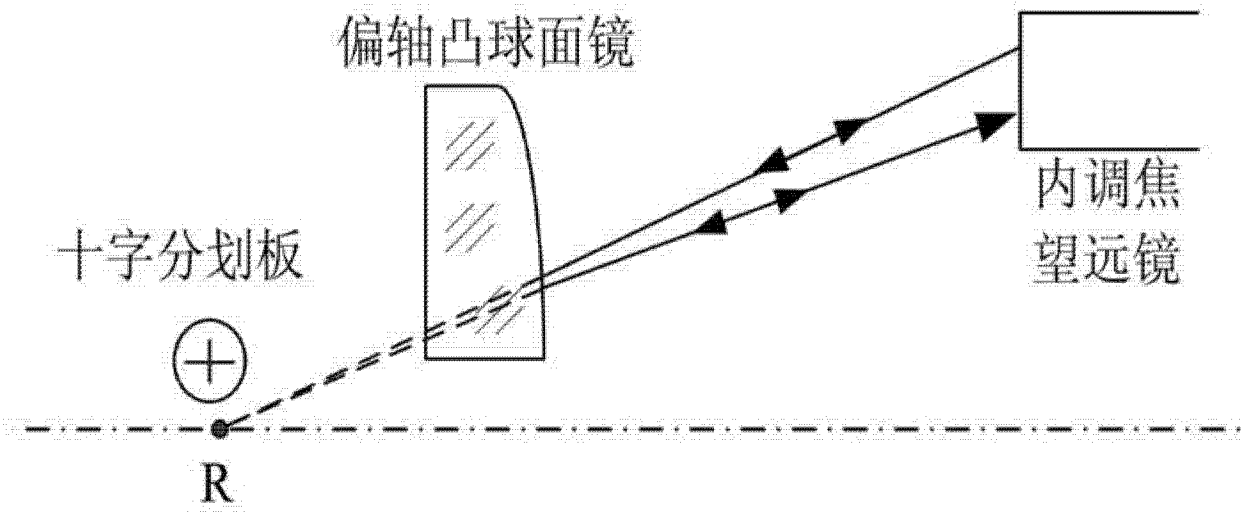


图 1b

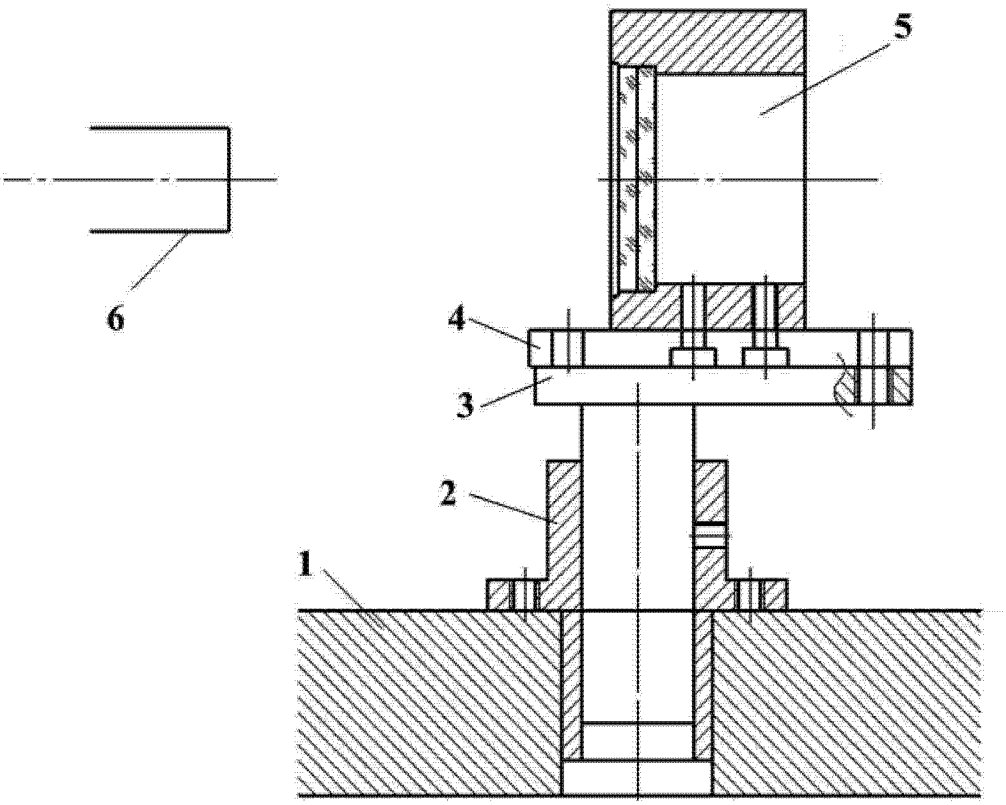


图 2

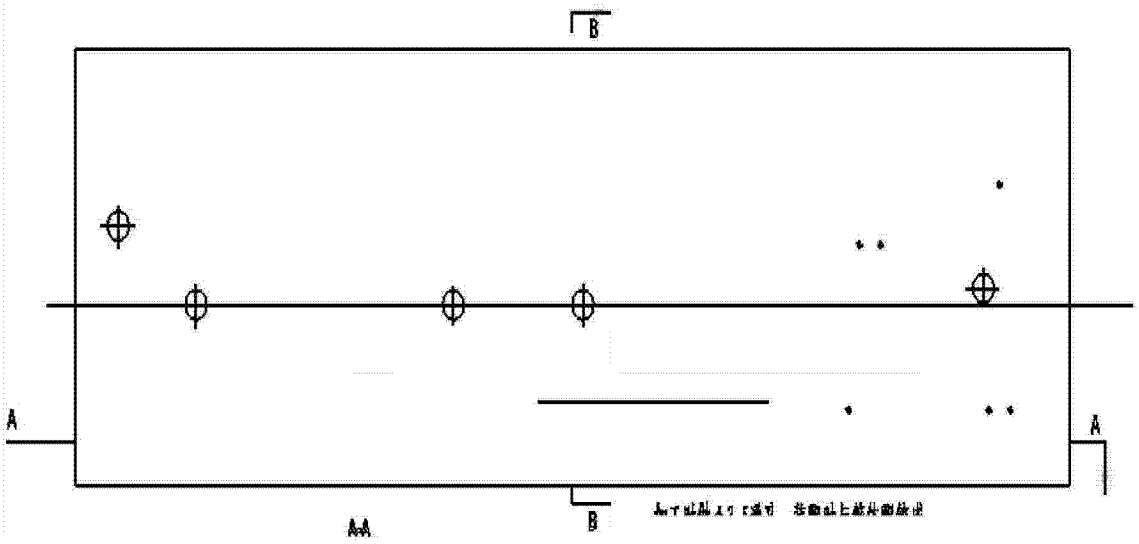


图 3a



图 3b

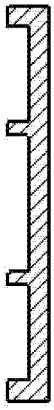


图 3c

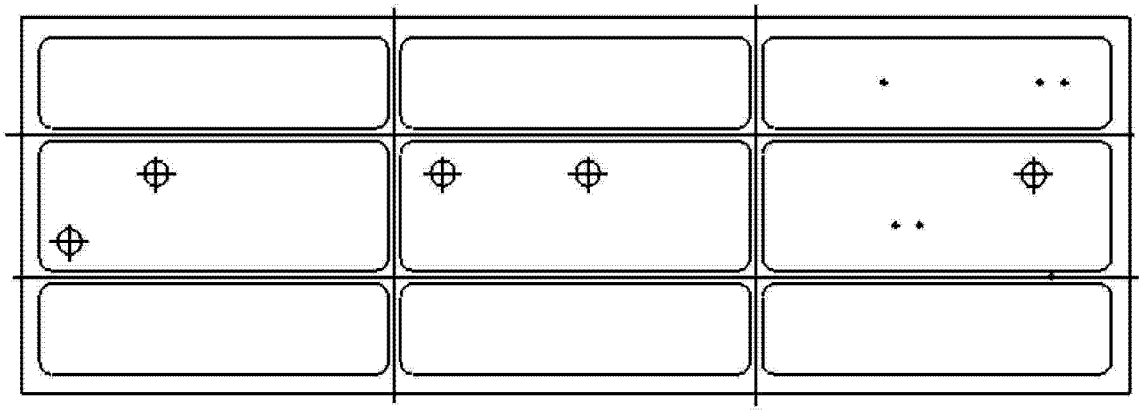


图 3d

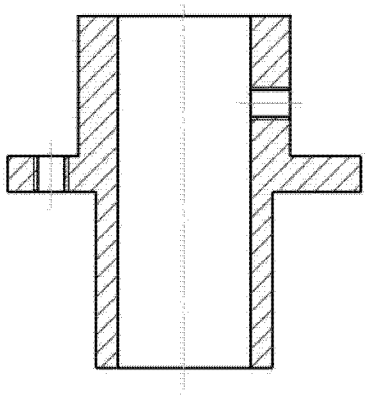


图 4

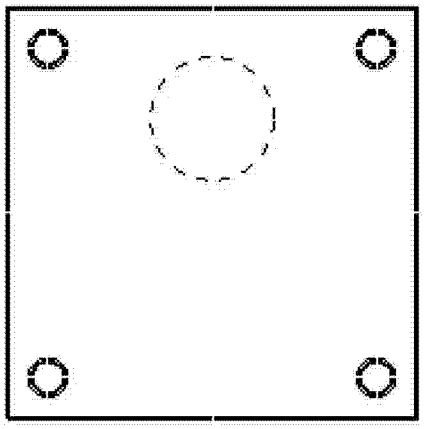


图 5a

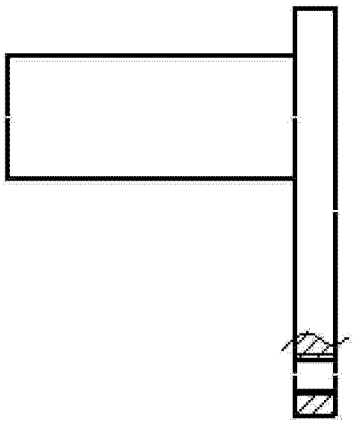


图 5b

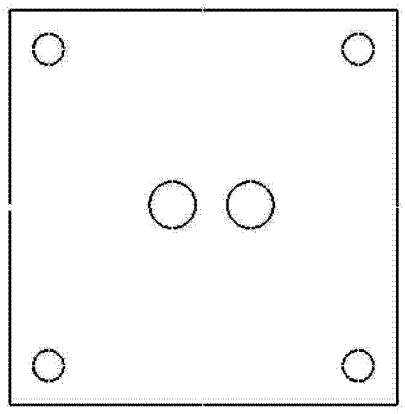


图 6a

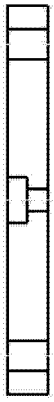


图 6b

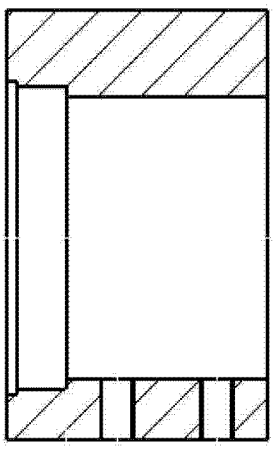


图 7a

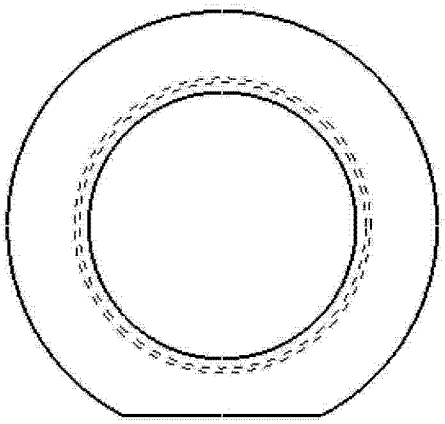


图 7b



图 8a1

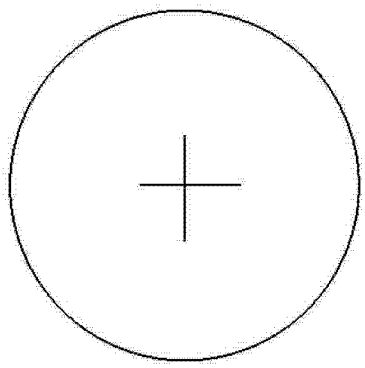


图 8a2

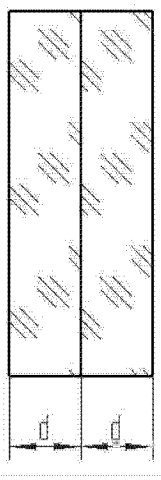


图 8b1

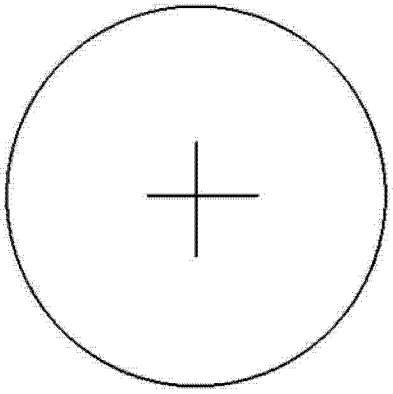


图 8b2