



[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 97250639.X

[45]授权公告日 1998年5月20日

[11] 授权公告号 CN 2282179Y

[22]申请日 97.8.14 [24]颁证日 98.4.9

[73]专利权人 中国科学院长春光学精密机械研究所
地址 130022吉林省长春市人民大街140号

[72]设计人 马仁宏

[21]申请号 97250639.X

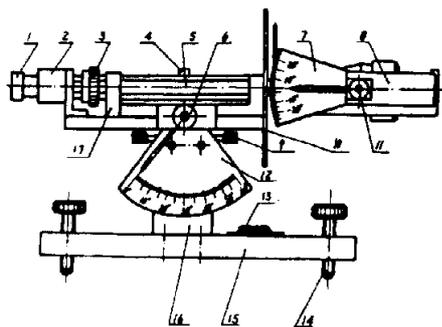
[74]专利代理机构 中国科学院长春专利事务所
代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图页数 2 页

[54]实用新型名称 一种多用途定日装置

[57]摘要

本实用新型属于光学技术领域，涉及一种自动跟踪太阳的装置，它驱动反射镜始终对准太阳，将太阳的辐射通量反射到某一水平方向，光谱仪或望远镜等仪器接收此装置的输出信号并测量太阳光谱或太阳辐射。它可以满足各不同纬度地区的使用要求。仪器的纬度轴还可以在 0~60 度之间调整并装有一个瞄准望远镜与极轴平行。在任何纬度地区、任意环境下，只要瞄准北极星就可以定好方位使其能自动的跟踪太阳进行太阳光谱或太阳辐射的测量。



权 利 要 求 书

1. 一种多用途定日装置,它包括:在主镜 18 的光轴上安置次镜 19,其特征在于主镜 18 包括:瞄准望远镜 1 安置在极轴 5 上且两者轴线平行,在电机 2 与极轴 5 的两端安置摩擦离合器 3,纬度轴 6 与极轴座 17 和纬度支座 16 转动连接,在极轴座 17 的轴套上安置镜紧螺钉 4,纬度支座 16 的下端固定在底板 15 上,两根赤纬轴 11 置于主反射镜 8 的轴线上且垂直置于极轴 5 的 U 形架里,赤纬度盘 7 置于极轴 5 的 U 形架的一侧且其赤纬指针的一端与主反射镜 8 的镜面平行且安装在赤纬轴 11 上,主反射镜 8 与极轴 5 固定连接且极轴 5 置于极轴座 17 里,时角度盘 10 安装在极轴座 17 的一端其时角指针的一端安装在极轴 5 的 U 形架上,微调螺钉 9 安装在纬度支座 16 上,纬度度盘 12 固定安装在纬度支座 16 上其纬度指针的一端与极轴座 17 固定连接,在底板 15 上安装三个底脚螺钉 14 和水泡 13。

一种多用途定日装置

本实用新型属于光学技术领域,涉及一种自动跟踪太阳的定日装置。

近年来由于光谱技术的不断发展,光谱仪器得到新的开发和应用,特别是对太阳光谱的研究,以及利用太阳光谱开展某些物理、生化、环境、农业等方面的研究工作受到越来越广泛的重视。由于地球绕太阳公转和自转造成太阳视运动,使得普通光谱仪无法做较长时间的太阳光谱测试。在天文学研究中采用的定日镜(光学技术手册、下册 P782 机械工业出版社,王之江等著),其系统结构复杂庞大,价格昂贵,由于系统结构复杂其极轴调整不方便而使得纬度角是固定的,且其没有瞄准装置不易确定仪器所在方位,故只适用于专门的大型天文台站使用,不便于野外携带和实验室应用。

本实用新型的目的是提供一种可方便调整仪器与不同纬度地区的纬度角、能确定仪器观测方位,适用于不同纬度地区使用的定日装置。

本实用新型的详细内容如图 1、图 2 所示,它包括在主镜 18 的光轴上安置次镜 19,其主镜 18 包括:瞄准望远镜 1、电机 2、摩擦离合器 3、锁紧螺钉 4、极轴 5、纬度轴 6、赤纬度盘 7、主反射镜 8、微调螺钉 9、时角度盘 10、赤纬轴 11、纬度度盘 12、水泡 13、底脚螺钉 14、底板 15、纬度支座 16、极轴座 17,其中:瞄准望远镜 1 安置在极轴 5 上且两者轴线平行,在电机 2 与极轴 5 的两轴端安装摩擦离合器 3,纬度轴 6 与极轴座 17 和纬度支座 16 转动连接,在极轴座 17 的轴套上安置锁紧螺钉 4,纬度支座 16 的下端固定在底板 15 上,两根赤纬轴 11 置于主反射镜 8 的轴线上且垂直置于极轴 5 的 U 形架的一侧且其赤纬指针的一端与主反射镜 8 的镜面平行且安装在赤纬轴 11 上,主反射镜 8 与极轴 5 固定连接且极轴 5 置于极轴座 17 里,时角度盘 10 安装在极轴座 17 的一端其时角指针的一端安装在极轴 5 的 U 形架上,微调螺钉 9 安装在纬度支座 16 上用来调整纬度角,纬度度盘 12 固定安装在纬度支座 16 上其纬度指针的一端与极轴座 17 固定连接,在底板 15 上安装三个底脚螺钉 14 和水泡 13 保证底板 15 水平放置。

本实用新型的原理如图 3 所示地球围绕自己的轴(地轴)自西向东旋转,

造成我们所见到的太阳东升西落,同时地球在黄道面内围绕太阳公转,但地轴与公转的轨道平面(黄道面)不垂直,它与轨道平面成 66 度 33 分的交角,地轴始终指向遥远的北极星,倾斜着绕太阳公转,由于太阳光是沿着与黄道面平行的方向射出,当地球公转在轨道上的不同位置时,太阳光直射到地球表面上的位置也不同,一年中太阳直射点变动于南北纬 23 度 27 分之间,因此形成了地球上一年四季的变化。同时,就是在同一个季节,地球上不同纬度地区,以及同一地区在不同时间,射到该地区的太阳高角也都不同,任何时间,地点的太阳高角可由下式确定:

$$\sin\theta = \sin\Phi \times \sin\delta + \cos\delta \times \cos h \quad (1)$$

式中 θ —太阳高角(阳光与地平面夹角); Φ —地理纬度; δ —赤纬角;

h —时角(以太阳越过当地子午线的小时数乘 15 度)。对于当地时间中午 12 时,

$$h=0, \text{ 则(1)式可简化为: } \theta = 90^\circ - (\Phi - \delta) \quad (2)$$

对于某一观测点,纬度 Φ 是确定的,在某一观测日,赤纬 δ 也是确定的,由式(1)知,此时太阳高角 θ 仅是时角 h 的函数,而时角 h 是由地球绕地轴自转形成的。因此定日装置必须设计成可以装定当地当日纬度及赤纬,并绕地球自转的速度逆转动则 $h=0$,太阳光射到定日装置上的入射角为常数,“消除”了太阳的视运动,从而达到“定日”即跟踪太阳的目的。

如上所述,定日装置必须设计成能装定当地当日纬度和赤纬,使定日镜的转轴(亦称极轴)与地轴严格平行,只有与地轴平行,并绕地轴转动才能实现逆周日运动。极轴与地面的夹角叫极轴角,由图 3 可知它等于当地的纬度 Φ 。

定日镜装置有主镜 18 和次镜 19 两部分。

主镜结构如图 2 所示,仪器极轴 5 可绕纬度轴 6 旋转并锁定,纬度度盘 12 指示极轴与水平面的夹角。主反射镜 8 可绕赤纬轴 11 旋转并锁定,赤纬度盘 7 指示主反射镜赤纬角。同步电机 2 通过摩擦离合器 3 驱动仪器极轴 5,带动赤纬轴 11 和主反射镜 8 绕极轴 5 做逆周日运动以跟踪太阳。时角度盘 10 指示主镜时角。瞄准望远镜 1 与仪器极轴 5 平行,用以瞄准北极星,精确调定极轴 5 纬度角及方位。

太阳光被主镜反射到极轴方向后经次镜反射到所需方向。次镜的俯仰角,高低及与主镜间的距离可根据需要调节。

本实用新型的积极效果:1. 已有技术的极轴因仪器庞大调整其纬度角不方便,本实用新型在某一观测点的纬度、赤纬及在地球上的方位是确定的,则其用电机驱动主镜系统与地球自转速度相同并进行逆转动,这样就使得本实用新型结构简单,极轴可以方便地进行调整,则其纬度角可以方便地调整,便于携带,在有关实验室开展物理、化学、天文、遥感、航天、农业、生物等学科可广泛应用并解决了科学研究的急需。本实用新型采用瞄准望远结构,使得该仪器在使用时,无需知道该测试地的纬度和方位。只要用该仪器上的小型瞄准望远镜瞄准北极星,此时的纬度和方位就被准确地确定了,也就是保证了该系统的光轴与地轴严格平行,只有这样才能保证其自动跟踪太阳。

而通常精确地确定纬度就比较麻烦,必须借助于其它仪器。即便是借助其它仪器得到精确的纬度数值,将仪器调整到该数值角也必然存在着机构的调整误差,也就是纬度装订误差,由度盘的刻度误差和机构调整误差等综合误差之和约为 $d\Phi \approx 0.5^\circ$ 是完全可能的,那么其跟踪误差 $d\beta_1 = 2\cos^{-1}[\cos(45^\circ + \delta/2) - \sin(45^\circ + \delta/2)\cosh d\Phi] - (90^\circ + \delta)$,那么在中午 ($h = 0$) ± 2 小时 ($h = 30^\circ$) 内,跟踪误差为 $d\beta_1 = 0.125^\circ$,本实用新型使用瞄准望远镜,纬度装订误差较小,取决于望远镜的瞄准精度: $d\Phi \approx 0.02^\circ$,跟踪误差 $d\beta_1 = 0.005^\circ = 18''$

2. 极轴方位误差

即使极轴纬度角安装正确,但如果方位不精确指向北极,在水平方向的方位误差为 $d\gamma$,则跟踪误差为:

$$d\beta_2 = \frac{\sqrt{2} dr_0 \sqrt{\frac{\operatorname{tg}^2(45^\circ - \delta/2) + \sin^2(45^\circ - \Phi + \delta/2) - [\operatorname{tg}^2(45^\circ - \delta/2) - \sin^2(45^\circ - \Phi + \delta/2)] \cosh d\Phi}{\operatorname{tg}(45^\circ - \delta/2) + \sin(45^\circ - \Phi + \delta/2)}}}{\operatorname{tg}(45^\circ - \delta/2) + \sin(45^\circ - \Phi + \delta/2)}$$

对于一般装置,极轴方位靠罗盘校准,但由于磁干扰,方位误差较大, $d\gamma = 2^\circ$,

跟踪误差可达 $d\beta_2 \approx 0.9^\circ$,

本实用新型瞄准望远镜可精确瞄准北极, $dr \approx 0.02^\circ$,跟踪误差 $d\beta_2 = 0.002 \approx 0.009^\circ$,

赤纬角装定误差:主反射镜纬角,一般按赤纬度盘装定,但赤纬度盘刻度不够精细,跟踪误差却是赤纬角误差 $d\delta$ 的二倍: $d\beta_3 = 2d\delta$

赤纬角装定误差 $d\delta_1 \approx 0.25^\circ$,则 $d\beta_3 = 0.5^\circ$

如果按望远镜瞄准的北极设置靶标,然后按靶标装定主镜赤纬角,

则 $d\delta \approx 0.05^\circ$, $d\beta_3 = 0.1^\circ$

综合以上三项误差：

没装瞄准望远镜的仪器：

$$d\beta = \sqrt{d\beta_1^2 + d\beta_2^2 + d\beta_3^2} \approx 1.04^\circ$$

装有瞄准望远镜的仪器三项综合误差为：

$$d\beta' = \sqrt{d\beta_1'^2 + d\beta_2'^2 + d\beta_3'^2} \approx 0.1^\circ$$

由上述可知安装瞄准望远镜不仅给测量带来方便而且大大提高了跟踪精度。

3. 本实用新型还可精确测定该测试地点的纬度角和方向。仪器在跟踪太阳测量时，此时从纬度度盘 12 所指示的数值即是该测试地点的精确纬度。

而瞄准望远镜光轴所指的是正北和正南，物镜方为北，目镜方为南。此瞄准的方向比指南针所指的方向还要精确些。

图 1 是本实用新型的光路图。

图 2 是本实用新型的主镜结构示意图。

图 3 是地球绕太阳的运动示意图

本实用新型的实施例图 1 和图 2 示：

1. 光学尺寸的确定：

太阳光以和地面成 θ 角(太阳高角)射至主镜 18 后被反射至极轴方向 M_1M_2 (与地面夹角 Φ)，此时主镜上的入射角

$$\alpha_2 = (180^\circ - \theta - \Phi) / 2 = 45^\circ - \delta / 2 \quad (3)$$

次镜 19 的入射角

$$\alpha_1 = \Phi / 2 \quad (4)$$

为保证出射光束高度 B ，次镜 19 高度应为： $B_1 = B / \cos\Phi$ (5)

主镜高度应为： $B_2 = B / \cos(45^\circ - \delta / 2)$ (6)

为保证由次镜 19 反射的光不被主镜 18 拦光，次镜 19 至主镜 18 间的最小距离 L 和最小高度 H 应为：

$$L = \overline{M_2M} \geq \frac{B_2 \sin(45^\circ - \Phi + \delta / 2) + B_1 \cos\Phi / 2}{2 \operatorname{tg}\Phi} \quad (7)$$

$$H = \overline{M_1M} \geq L \cdot \operatorname{tg}\Phi$$

仪器要求纬度可调范围较大， $\Phi = 15^\circ - 55^\circ$ 为保证出射光束高度 $B = 70\text{mm}$ ，主镜 18 宽 $B_2 = 130\text{mm}$ ，次镜 $B_1 = 80\text{mm}$ ，在 $\Phi = 15^\circ$ 时，主镜与次镜间的最小距离 $L = 310\text{mm}$ ， $H = 83\text{mm}$ ，在高纬度区，小于上述值，从结构考虑，取

$L=180\text{mm}$, 在 $\Phi=55^\circ$ 时, $H=257\text{mm}$, 因此次镜的距离 L 应在 $180\text{—}400\text{mm}$ 范围可调, 高度 H 应在 $80\text{—}260\text{mm}$ 范围可调。

2. 主镜 18 赤纬角的确定:

由于地球赤道平面与公转轨道平面(黄道面)夹角为赤纬角 $\delta=23^\circ 27'$, 造成一年四季太阳高角有 $\pm 23^\circ 27'$ 的变化, 因此定日镜主反射镜 8 必须能绕与极轴 5 正交的赤纬轴 6 旋转, 使不同高角的太阳光都反射到同一极轴方向。由图 1 及(3)式可知: 主镜 18 法线 M_2N 与极轴夹角(反射角) $\alpha_2=45^\circ-\delta/2$, 如果我们将确定主镜 18 角度的零位从极轴方向旋转 45° 至 M_2NO , 则主镜法线 M_2N 与零位 M_2NO 间的夹角为:

$$\delta'=\delta/2 \quad (9)$$

由几何光学定律我们知道“当平面镜绕垂直入射面的轴转动 $\delta/2$ 角时, 反射光线将转过 δ 角。”定日镜的赤纬轴是垂直入射面的转轴, 因此一年四季太阳高角有 $\pm\delta$ 角变化时, 主反射镜 8 应该绕赤纬轴 11 转动 $\pm\delta/2$ 角。

由此可知, 赤纬度盘 7 的零位应与极轴 5 成 45° 夹角, 主反射镜 8 赤纬指针与镜面垂直, 赤纬度盘 7 的刻度范围是 $\delta=\pm 23^\circ 27'$, 其度盘上的实际角距离是赤纬角的一半。

3. 时角度盘 10 及时差

由于地球自转一周需 24 小时, 因此时角度盘将 360° 圆周等分 24 个时刻度, 对应一昼夜的时刻, 其中 2.5° 为一小分度, 每小分度之间为十分钟。

地球上各个地点的视时是以太阳的方位为基准, 当太阳转到正南方向的时刻(严格地说应该是太阳通过本地子午线的时刻)就是当地正午 12 时, 因此各个地方, 根据太阳方位定出的地方时是不同的。而我们平时计算时间的钟面时是以东经 120° 作为标准的北京时, 必须加(减)地区时间差才是本地方的视时, 此外由于地球转动速度不均匀, 造成钟面时与视时(或日冕时)的差异, 称为时差, 时差随地球在公转轨道上的位置不同而不同, 在一年里它的变化可由天文手册中的时差表给出。

时角度盘上时间的设置应该为观测地的地方时再加时差, 而

地方时 = (北京时) + (观测地区与东经 120° 的经度差) $\times 4$ 分, 所以,

度盘时 = (北京时) + (地方经度时间差) + 时差 (10)

4. 电机 2 的选取

主反射镜 8 应以 24 小时一转的均匀速度与太阳视运动同方向转动,因此驱动反射主镜 8 转动的电机选取合适与否,直接影响仪器的跟踪精度。我们选用永磁同步电机,它经过九级变速与地球转速相同。这种电机运行稳定性高,其转速不随负载及电源电压波动而改变。使用方便,可直接接 220 伏电网。

5. 离合器 3

由于跟踪观测可能从任何有阳光的时间开始,因此应能很方便地将主反射镜装定到该开始时刻。但是电机的减速系统不能逆转,故在电机轴与仪器轴之间用一摩擦离合器 3 联接,轴向稍用力转动摩擦轮即可很方便地调整极轴到任意所需刻度,但应注意消除电机变速齿轮之间的间隙。

6. 次镜 19 装置

次镜可以绕赤纬轴旋转并锁定,以调节出射光线方向,次镜还可以调节升降,以适应不同纬度地区需要。次镜 19 装置做成与主镜 18 装置分离的结构,以利于装调和运输。

说明书附图

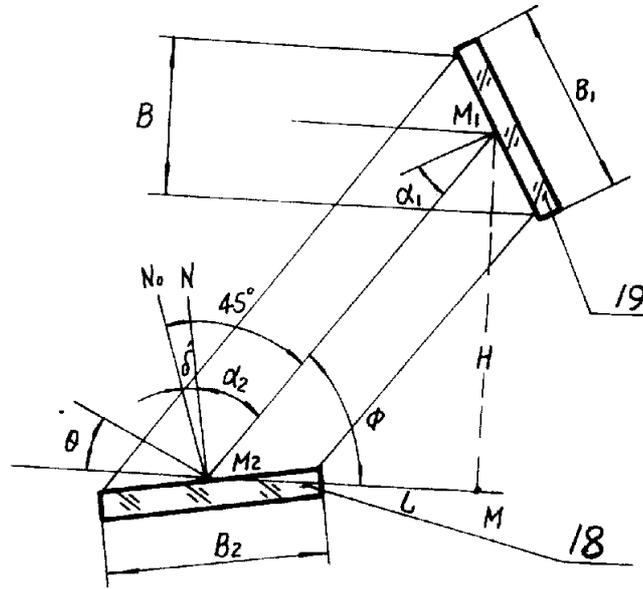


图 1

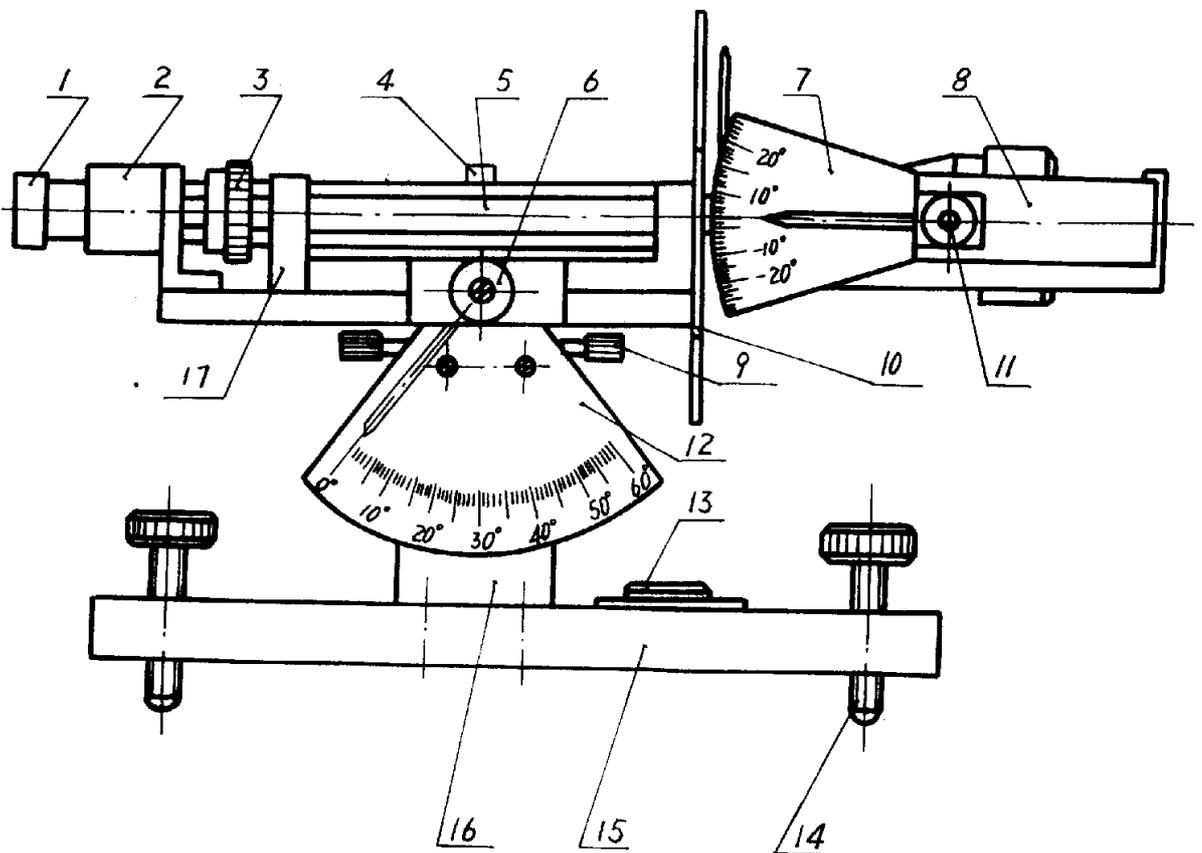


图 2

说明书附图

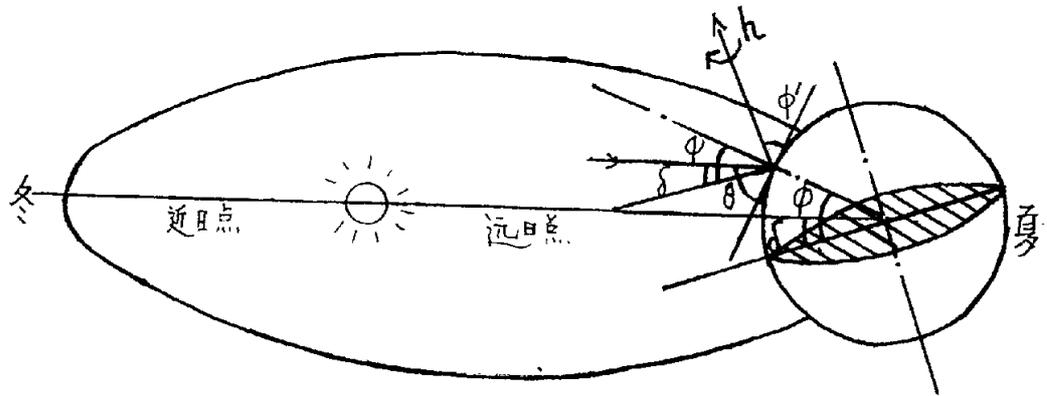


图3