

动力技术

太阳散射辐射测量装置的设计

韩丽艳 刘占民 陈思源

(北京石油化工学院机械工程学院,北京 102617)

摘要 为实现太阳散射辐射的自动测量,设计一种简单方便的测量装置。该装置可与全自动太阳跟踪器连接在一起,代替现有的遮光环装置。太阳散射辐射测量装置通过利用直接辐射表赤纬轴的转动来实现遮光装置赤纬轴的转动,整个遮光装置放置在全自动太阳跟踪器外壳上,实现遮装置时角轴的转动。整个装置采用齿形带传动,在利用平行四边形结构的同时也更好地保证了精度。

关键词 散射辐射 测量 设计 齿形带

中图法分类号 TK413.4; **文献标志码** A

针对太阳能利用方式的不同,需要对太阳能直接辐射和散射辐射资源的储量和分布进行精确的分类观测与评估。在全自动太阳跟踪器上安装遮光装置,能够对散射辐射进行自动测量,避免人工调整和计算散射时的遮光系数的修正^[1],实现太阳散射辐射的自动测量。

1 太阳散射辐射测量装置工作原理

为了测量太阳的散射辐射,须在全自动太阳跟踪装置上安装遮光装置,借助于该装置将太阳直接辐射从传感器上遮去。要使遮光球时时遮住总辐射表被遮光面^[2],遮光球必须以总辐射表被遮光面中心为球心,跟随太阳位置的变动绕该中心旋转,为此采用与全自动太阳跟踪装置联动的平行四边形机构,如图 1 所示。平行四边形具有这样一个特点,即以任意两条邻边的节点为轴改变平行四边形的形状,其两条平行边始终保持平行。

遮光球在两个方向的运动都必须以总辐射表

的被遮光面的中心为转动轴心。在太阳跟踪装置的设计中,总辐射表安装在全自动太阳跟踪装置赤纬轴驱动箱的箱顶平台上,该平台可以提供满足要求的时角轴方向的转动。为了实现实时对太阳的遮光,采用平行四边形机构来解决的是赤纬轴方向的转动。

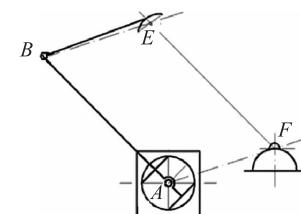


图 1 太阳散射辐射测量装置遮光原理

2 太阳散射辐射测量装置的设计

根据遮光原理图 1。遮光装置设计如下:

- 铰链 A 为固定铰链,即与机架相连;
- BE(即遮光杆)为一个构件;
- 各长度关系: $AB = EF$, $BE = AF$, 由此可知 ABCD 组成一个平行四边形机构;
- 由于 A 为固定铰链,所以 B 点绕着 A 转动,这时 BE 杆作围绕 D 点的转动。
- 根据平行四边形机构的特点可知,如果测量仪表 F 的位置安放在全自动太阳跟踪器箱体上面,并且遮光球 E 的位置确定必须满足 $BE = AF$ 的长度要求;理论上保证 E 点永远围绕 F 点转动。也即是

说 A、F 分别是 B、E 点运动的圆心；

f) 由于 AB、EF 永远是平行的，且永远保证与太阳的光线平行，所以遮光板永远能够保证遮挡住玻璃罩。

根据对称原理，设计得到遮光装置如图 2 所示。

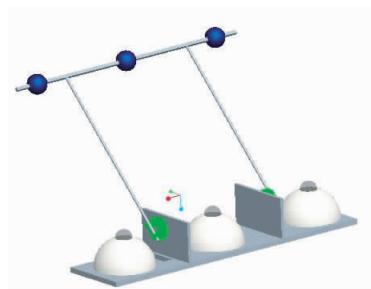


图 2 遮光装置

2.1 遮光球的大小

由上面的遮光原理可知，在跟踪太阳的运动中，无论太阳处于什么位置，都要求遮光球能准确地遮住直射到仪表上的阳光。阳光理论上永远是与遮光球支撑杆（遮光杆）平行的。由于太阳的光线是平行光，所以理论上只要遮光球的直径等于最大的测量仪表的直径即可。

图 3 例举了太阳跟踪器在运行 15° 、 30° 、 45° 、 58° 、 75° 时，阳光被遮光球遮挡，仪表上得到遮光球影子后投影的不同情况。

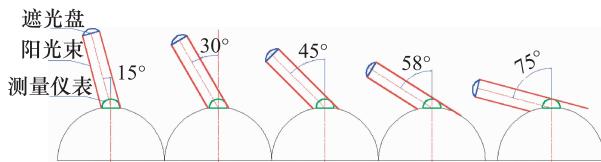


图 3 不同角度遮光图

从图 3 可以看出，若保证测量仪表上均是遮光球的影子，没有阳光，只要使遮光球的最外圈与测量仪表的最外圈是相切关系就可以达到。也就是照射到仪表最里面的阳光与测量仪表的外表面保持相切。根据平行四边形机构的特点，只要仪表的位置确定了，遮光球的位置便随之确定。遮光仪表与遮光球的中心点之间必须保证与平行四边形的一边长度相等并且平行。因为这时在原有平行四边形机构的控制下，在四杆机构的运动中，能够永

远保证是平行四边形的状态。

2.2 遮光杆的设计

遮光球是遮光机构的附件之一，遮光球大小的计算与测量仪表的几何关系如图 4。图 4 中 R—遮光球的半径；r—测量仪表的半径；L—遮光杆长度；a—敞开角；b—斜角；

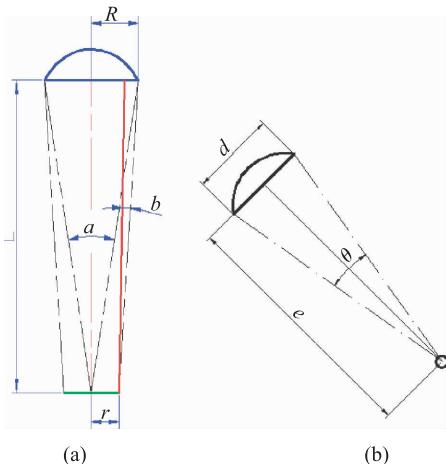


图 4 遮光杆与遮光球关系图

根据图 4(a)可以得到：

$$\tan \frac{a}{2} = \frac{R}{L} \quad (1)$$

世界气象组织规定 $5^\circ \leq a \leq 11^\circ$ ，因此

$$\tan \frac{5^\circ}{2} \leq \tan \frac{a}{2} = \frac{R}{L} \leq \tan \frac{11^\circ}{2} \quad (2)$$

为使遮光球最大可能的遮住直射阳光，世界气象组织规定 $b \leq 1^\circ$ ，由图 4(a)可知

$$\tan b = \frac{R - r}{L} \quad (3)$$

r 的大小由测量仪表本身确定，对于一般总辐射表， $r = 30 \text{ mm}$ 。因此

$$\frac{R - 30}{L} \leq \tan 1^\circ \quad (4)$$

由式(4)可知 $R \leq 0.017L + 30$ ，即 $30 \leq R \leq 0.017L + 30$ 。

由于太阳的光线是平行光，所以理论上只要遮光球的直径等于最大的玻璃罩的直径即可。但是由于安装制造过程中误差是不可避免的，所以根据安装制造的精度，必须使得遮光球的直径大于玻璃罩的直径^[3]，制造精度越低则应该选取的遮光球的

直径就越大。取 R 的最大值 $0.017L + 30$, 经过计算式(3)。

$$144.78 \leq L \leq 380.50.$$

在 L 和 R 的选取中, 应考虑材料的强度, 所以应首先选取 L , 原则是保证材料不发生明显颤动。选取 $L = 580$ mm, 经验算满足各项要求。

2.3 齿形带设计

齿形带传动属于啮合型带传动, 工作时带与带轮之间不会产生相对滑动, 能够获得准确的传动比, 因此它兼有带传动和齿轮啮合传动的特性和优点^[4]。为便于测量仪表的安放, 经过减速的赤纬轴输出设计为齿形带轴(如图5), 通过该轴带动主动齿形带轮转动, 遮光杆用稳定可调的方式固定在齿形带的从动轮上。由此遮光杆的回转中心既是从动带轮的回转中心, 又因为所有测量仪表的中心都与两个齿形带从动轮的回转轴线重合, 所以遮光球能实时遮住测量仪表。

2.3.1 确定计算功率, 选取带型

$$P_d = K_A P = 0.06 \text{ kW}.$$

选取齿形带的带型为 L 。

2.3.2 确定齿数 z , 节圆直径 d_{p1}

查表得到带轮的齿数为 12。

$$\text{带轮节圆直径 } d_{p1} = \frac{P_b Z_1}{\pi} = 36.38.$$

2.3.3 确定轴间距 a , 带的节线长度 L_p 及齿数 Z_b

初定轴间距 $a_0: 1.4d_{p1} \leq a_0 \leq 4d_{p1}$ 即 $50.93 \leq a_0 \leq 145.52$;

$$\text{初定节线长度 } L_{p0} = 2a_0 + \pi d_{p1};$$

$$\text{查表得到 } L_p = 314.33; \quad Z_b = 33.$$

3 太阳散射辐射测量装置的整体建模与仿真

用于测量太阳散射辐射的遮光装置, 主要由箱

体1, 底板2, 传动机构3, 遮光框架4、遮光球5和总辐射表6组成, 其中箱体1内部是全自动太阳跟踪装置的系统结构7, 如图6所示。

将经过减速的赤纬轴71输出设计为齿形带轴31, 通过该轴带动主动齿形带轮32转动, 遮光杆用稳定可调的方式固定在齿形带的从动轮33上, 从而将全自动太阳跟踪装置的赤纬轴运动转换为遮光装置的赤纬轴

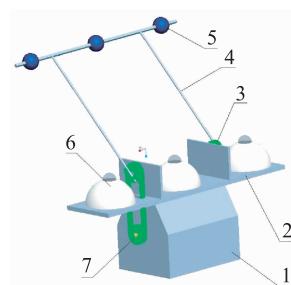


图6 太阳散射辐射测量装置模型

运动。将总辐射表6安装在遮光机构的底板2上面, 而遮光机构的底板2安装在由赤纬轴驱动的箱体1上面, 这样来实现遮光机构的时角轴方向的转动。测量太阳散射辐射的遮光装置是在安装全自动太阳跟踪装置上的, 利用遮光装置将太阳的直接辐射从传感器上遮去, 从而进行太阳散射辐射的测量。遮光球5的运动必须分解为跟踪太阳的赤纬轴运动和时角轴运动, 这两个方向的运动都必须以总辐射表6的被遮光面的中心为转动轴心。将总辐射表6固定在全自动太阳跟踪装置的箱体1上, 而全自动太阳跟踪装置的箱体1可以提供满足要求的时角轴方向的运动, 从而实现遮光装置的时角轴运动。遮光机构的赤纬轴31转动则是通过传动机构3将直接辐射表赤纬轴71的转动转换而得到的。遮光杆41的回转中心是从动带轮33的回转中心, 而所有总辐射表6的中心都与两个齿形带从动轮33的回转轴线重合, 这样保证遮光杆指向太阳, 则就能保证遮光球5遮住总辐射表6。利用Pro/E的机构仿真得到遮光球的运动轨迹如图7所示, 基本符合太阳的运动轨迹。

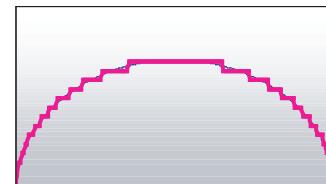


图7 遮光球运动轨迹图

精度。

4 结论

一种简单方便的测量太阳散射辐射的遮光装置,可与全自动太阳跟踪器连接在一起,能够代替现有的遮光环装置,实现太阳散射辐射的自动测量。通过利用直接辐射表赤纬轴的转动来实现遮光装置赤纬轴的转动,整个遮光装置放置在全自动太阳跟踪器外壳上,从而实现光装置时角轴的转动。测量太阳散射辐射遮光装置采用齿形带传动在实现平行四边形结构的同时也更好地保证了

参 考 文 献

- 1 王尚文. 混合双轴太阳自动跟踪装置的研究. 可再生能源, 2007;25(6):10—13
- 2 吕文华. 全自动太阳跟踪器的研制和应用. 光学精密工程, 2008;16(12):2544—2549
- 3 王炳忠. 总日射表自动遮光装置. 太阳能学报, 1986;7(3):345—348
- 4 倪森寿. 机械基础. 北京:高等教育出版社, 2000
- 5 Pro/ENGINEER 野火版自学手册. 北京:人民邮电出版社, 2008
- 6 中国气象局. 气象辐射观测方法. 北京:气象出版社, 1996

Optimization of Automobile' Suspension System Based on SUMT

HAN Li-yan, LIU Zhan-min, CHEN Si-yuan

(Beijing Institute of Petro - chemical Technology, Beijing 102617, P. R. China)

[Abstract] To achieve the automatic measure of solar scattering radiation, a simple device is design. The device can be connected with the automatic solar-tracking together, and replaced the existing sunshade equipment. Through the use of direct radiation, solar scattering radiation is achieved the rotation of axis. The shading device in the automatic solar-tracking shell, the cover device is achieved the rotation of another axis. The device uses toothed belt device, in the use of parallelogram structure also ensures better accuracy.

[Key words] scattering radiation measure design toothed belt