



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106939760 A

(43)申请公布日 2017. 07. 11

(21)申请号 201710154388.4

(22)申请日 2017.03.15

(71)申请人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72)发明人 王登甲 蒋婧 胡亮 刘艳峰

王莹莹 刘加平

(74)专利代理机构 西安恒泰知识产权代理事务

所 61216

代理人 李婷 张明

(51) Int. Cl.

E06B 9/322(2006.01)

E06B 9/28(2006.01)

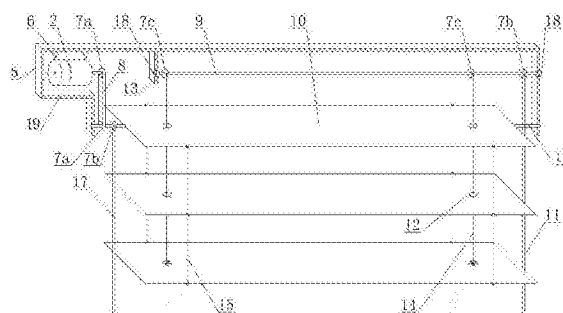
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种外窗防眩光装置

(57)摘要

本发明公开了一种外窗防眩光装置,由安装在窗户外面的光线角度传感器给控制器提供入射光线角度信号以控制步进电机进行运动,步进电机通过联动装置驱动百叶窗中最上层的反光百叶片转动,再通过各叶片之间相连的转帘连接线带动其它叶片随着转动,达到驱动百叶窗上所有反光百叶片旋转的目的;安装在户外的太阳能电池板与控制面板相连为控制面板及电机提供驱动力。本发明结构简单,安装方便,使用便捷,可靠性强,不仅能够满足直接受益外窗采光和太阳光入射的需求,而且能够解决大面积开窗容易产生眩光的问题,同时还可以改善教室内的光环境,减少电力照明的能耗,具有很大的市场潜力,在太阳能利用行业中推广应用具有巨大的经济及社会效益。



1. 一种外窗防眩光装置, 包括百叶窗, 百叶窗包括由上至下设置的多片反光百叶片(10), 其特征在于, 所述的百叶窗上方设置有固定外壳(5), 固定外壳(5)中安装有第一转轴(16), 所述的多片反光百叶片(10)中, 最上部的反光百叶片(10)安装在第一转轴(16)上, 自最上部的反光百叶片(10)两侧引出转帘连接线(15), 转帘连接线(15)由上至下依次连接其余的所有反光百叶片(10);

所述的固定壳体中设置有支板(13), 支板(13)与固定壳体的侧壁之间安装有第二转轴(9), 第二转轴(9)上设置有单线转轮(7c)和一个双线转轮(7b), 单线转轮(7c)位于百叶窗的上方而双线转轮(7b)位于百叶窗的侧上方; 其中, 单线转轮(7c)上连接有收帘连接线(14), 收帘连接线(14)的一端由上至下依次穿过开设于反光百叶片(10)上的通孔(12), 并固定在最下部的反光百叶片(10)上, 双线转轮(7b)上环绕设置有手动收帘线(11);

所述的第一转轴(16)的一端也安装有一个双线转轮(7b), 该双线转轮(7b)上环绕设置有手动转帘线(17)。

2. 如权利要求1所述的外窗防眩光装置, 其特征在于, 所述的双线转轮(7b)上, 手动转帘线(17)的两端固定在双线转轮(7b)上不同两点, 且一端在双线转轮(7b)上缠绕前端圈数较另一端多。

3. 如权利要求1所述的外窗防眩光装置, 其特征在于, 所述的固定外壳(5)内部设置有侧腔(19), 侧腔(19)中通过支座(6)安装有步进电机(2), 在步进电机(2)的输出轴上以及第一转轴(16)的一端均安装有一个皮带转轮(7a), 皮带转轮(7a)之间通过皮带(8)连接。

4. 如权利要求3所述的外窗防眩光装置, 其特征在于, 所述的外窗防眩光装置还包括控制面板(4), 控制面板(4)中集成有控制器; 所述的百叶窗的外部设置有光线角度传感器(3), 所述的步进电机(2)、光线角度传感器(3)均连接至控制器; 所述的控制面板(4)以及步进电机(2)由设置在室外的太阳能电池板(1)供电。

5. 如权利要求1所述的外窗防眩光装置, 其特征在于, 所述的第二转轴(9)的两端通过摩擦阻尼套环(18)安装在支板(13)以及固定外壳(5)的侧壁上。

6. 如权利要求4所述的外窗防眩光装置, 其特征在于, 所述的控制器接收到光线角度传感器(3)的角度信号后, 经过角度计算后给步进电机(2)发出控制信号, 步进电机(2)通过皮带(8)带动第一转轴(16)旋转, 在转帘连接线(15)的带动作用, 使得所有反光百叶片(10)同步旋转, 以达到改变太阳光线反射角度, 避免产生眩光的目的。

7. 如权利要求6所述的外窗防眩光装置, 其特征在于, 所述的控制器中存储有以下参数:

L_1 : 最下层反光百叶片(10)距地面的高度; L_2 : 黑板上边缘距地面的高度; L_3 : 最靠近黑板的反光百叶片(10)的边缘到黑板平面的距离; L_4 : 教室中所有人的平均身高; L_5 : 座位最靠近窗户的人到窗户的距离; 黑板朝向: 面向东或面向西;

在控制器中建立坐标系, 坐标系的原点为最下层的反光百叶片(10)的中点, x轴为垂直指向黑板方向, y轴为平行于黑板方向, z轴为垂直于教室地面方向; 控制器从光线传感器中读取太阳光的角度信号, 太阳光与坐标系xyz轴的夹角分别记为 α 、 β 和 γ ;

控制器根据以下控制策略通过步进电机2控制反光百叶片10的转动角度 φ :

①反光百叶片的转动角度 Φ 由公式 $\varphi = \arcsin \sqrt{\frac{(1-2AB) \pm \sqrt{1-4AB-4B^2}}{2(A^2+1)}}$ 给出,其中最外面根号下的值大于等于0且小于等于1;

②当黑板面向东时,上午时段采用 $A = A_1 = \frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$, $B = B_1 = \frac{(L_2 - L_1) \cos \alpha - L_3 \cos \gamma}{2L_3 \cos \beta}$ 计算 Φ 值,而下午时段采用 $A = A_2 = \frac{L_5 \cos \gamma + (L_4 - L_1) \cos \beta}{L_5 \cos \beta - (L_4 - L_1) \cos \gamma}$, $B = B_2 = \frac{(L_1 - L_4) \cos \beta - L_5 \cos \gamma}{2L_5 \cos \beta - 2(L_4 - L_1) \cos \gamma}$ 计算 Φ 值;

③当设置黑板面向西时,上午时段采用 $A = A_2 = \frac{L_5 \cos \gamma + (L_4 - L_1) \cos \beta}{L_5 \cos \beta - (L_4 - L_1) \cos \gamma}$, $B = B_2 = \frac{(L_1 - L_4) \cos \beta - L_5 \cos \gamma}{2L_5 \cos \beta - 2(L_4 - L_1) \cos \gamma}$ 计算 Φ 值,而下午时段采用 $A = A_1 = \frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$, $B = B_1 = \frac{(L_2 - L_1) \cos \alpha - L_3 \cos \gamma}{2L_3 \cos \beta}$ 计算 Φ 值;

④控制 Φ 要满足 $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ 的条件;

⑤在正午时间之前,当 Φ 值达到 90° 之后取 Φ 值恒为 90° ;

⑥在正午时间之后,当 Φ 值达到 90° 之前取 Φ 值恒为 90° 。

一种外窗防眩光装置

技术领域

[0001] 本发明属于建筑采光与太阳能利用领域,涉及一种安装于透明外窗上的自动调整型防眩光装置,该装置尤其适用于为满足采光要求而大面积开窗的各类教室,主要可解决太阳能富集区教室外窗面积大可提高天然采光率、充分接受太阳得热,但易造成黑板等表面眩光的矛盾问题。

背景技术

[0002] 透明外窗的主要作用是采光、通风、接收太阳辐射等,而窗帘的主要功能是遮光调光、遮挡外视线、避免日光直射、保温隔声等,以调节室内热环境、光环境来满足室内人员的不同需求。众所周知,教室通常希望设置大面积透明外窗,以满足室内天然采光要求,而在我国西部太阳富集地区,大面积外窗在冬季还可以获得足够的太阳得热,有效改善室内热环境,降低采暖能源消耗。但是,大面积外窗将带来致命的问题,也是中小學生近视的“杀手”一眩光。学生在教室上课的时候,由于正午直射太阳光强烈,造成课桌、黑板表面异常明亮,导致视野中明亮对比强烈,造成眩光,特别是明亮表面反射线方向的同学则更为严重,直接影响学生课堂学习质量。目前,虽然黑板书写教学方式已部分被多媒体大屏幕授课所代替,但是过强的光线投射在大屏幕上,仍会造成眩光且难以看清大屏幕内容。

[0003] 目前,对于教室内强光造成的眩光问题,多采取手动关闭窗帘,但此方式同时降低天然采光和太阳能得热,导致教室内需开启人工照明设备,照明能耗增加。同时对于被动式直接受益外窗而言,保证足够多的太阳光进入室内以改善室内热环境是其主要目的。

发明内容

[0004] 针对大面积直接受益外窗使用过程中产生的眩光问题,本发明的目的在于,提供一种可以根据太阳光线入射角度自动调节百叶窗帘开度的装置,该装置结构简单、使用方便、效果好,不仅能够满足天然采光、获得足够的被动太阳能得热,且能够防止产生眩光,从而保证教室环境的最佳使用状态,满足学生学习效率的同时,降低采暖空调及照明能耗。

[0005] 为了实现上述任务,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种外窗防眩光装置,包括百叶窗,百叶窗包括由上至下设置的多片反光百叶片,所述的百叶窗上方设置有固定外壳,固定外壳中安装有第一转轴,所述的多片反光百叶片中,最上部的反光百叶片安装在第一转轴上,自最上部的反光百叶片两侧引出转帘连接线,转帘连接线由上至下依次连接其余的所有反光百叶片;

[0007] 所述的固定壳体中设置有支板,支板与固定壳体的侧壁之间安装有第二转轴,第二转轴上设置有单线转轮和一个双线转轮,单线转轮位于百叶窗的上方而双线转轮位于百叶窗的侧上方;其中,单线转轮上连接有收帘连接线,收帘连接线的一端由上至下依次穿过开设于反光百叶片上的通孔,并固定在最下部的反光百叶片上,双线转轮上环绕设置有手动收帘线;

[0008] 所述的第一转轴的一端也安装有一个双线转轮,该双线转轮上环绕设置有手动转

帘线。

[0009] 进一步地,所述的双线转轮上,手动转帘线的两端固定在双线转轮上不同两点,且一端在双线转轮上缠绕前端圈数较另一端多。

[0010] 进一步地,所述的固定外壳内部设置有侧腔,侧腔中通过支座安装有步进电机,在步进电机的输出轴上以及第一转轴的一端均安装有一个皮带转轮,皮带转轮之间通过皮带连接。

[0011] 进一步地,所述的外窗防眩光装置还包括控制面板,控制面板中集成有控制器;所述的百叶窗的外部设置有光线角度传感器,所述的步进电机、光线角度传感器均连接至控制器;所述的控制面板以及步进电机由设置在室外的太阳能电池板供电。

[0012] 进一步地,所述的第二转轴的两端通过摩擦阻尼套环安装在支板以及固定外壳的侧壁上。

[0013] 进一步地,所述的控制器接收到光线角度传感器的角度信号后,经过角度计算后给步进电机发出控制信号,步进电机通过皮带带动第一转轴旋转,在转帘连接线的带动作用,使得所有反光百叶片同步旋转,以达到改变太阳光线反射角度,避免产生眩光的目的。

[0014] 进一步地,所述的控制器中存储有以下参数:

[0015] L_1 :最下层反光百叶片距地面的高度; L_2 :黑板上边缘距地面的高度; L_3 :最靠近黑板的反光百叶片的边缘到黑板平面的距离; L_4 :教室中所有人的平均身高; L_5 :座位最靠近窗户的人到窗户的距离;黑板朝向:面向东或面向西;

[0016] 在控制器中建立坐标系,坐标系的原点为最下层的反光百叶片的中点,x轴为垂直指向黑板方向,y轴为平行于黑板方向,z轴为垂直于教室地面方向;控制器从光线传感器中读取太阳光的角度信号,太阳光与坐标系xyz轴的夹角分别记为 α 、 β 和 γ ;

[0017] 控制器根据以下控制策略通过步进电机控制反光百叶片的转动角度 φ :

[0018] ①反光百叶片的转动角度 φ 由公式 $\varphi = \arcsin \frac{\sqrt{(1-2AB) \pm \sqrt{1-4AB-4B^2}}}{2(A^2+1)}$ 给出,

其中最外面根号下的值大于等于0且小于等于1;

[0019] ②当黑板面向东时,上午时段采用 $A=A_1=\frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$, $B=B_1=\frac{(L_2-L_1)\cos \alpha-L_3\cos \gamma}{2L_3\cos \beta}$

计算 φ 值,而下午时段采用 $A=A_2=\frac{L_5\cos \gamma+(L_4-L_1)\cos \beta}{L_5\cos \beta-(L_4-L_1)\cos \gamma}$, $B=B_2=\frac{(L_1-L_4)\cos \beta-L_5\cos \gamma}{2L_5\cos \beta-2(L_4-L_1)\cos \gamma}$ 计算 φ 值;

[0020] ③当设置黑板面向西时,上午时段采用 $A=A_2=\frac{L_5\cos \gamma+(L_4-L_1)\cos \beta}{L_5\cos \beta-(L_4-L_1)\cos \gamma}$,

$B=B_2=\frac{(L_1-L_4)\cos \beta-L_5\cos \gamma}{2L_5\cos \beta-2(L_4-L_1)\cos \gamma}$ 计算 φ 值,而下午时段采用 $A=A_1=\frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$, $B=B_1=\frac{(L_2-L_1)\cos \alpha-L_3\cos \gamma}{2L_3\cos \beta}$

计算 φ 值;

[0021] ④控制 φ 要满足 $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ 的条件;

[0022] ⑤在正午时间之前,当 φ 值达到 90° 之后取 φ 值恒为 90° ;

[0023] ⑥在正午时间之后,当 φ 值达到 90° 之前取 φ 值恒为 90° 。

[0024] 本发明与现有技术相比具有以下技术特点:

[0025] 1.解决了太阳能富集区教室大面积开窗容易产生眩光的问题

[0026] 本发明可以按照测得太阳光线角度,通过控制器既定的控制程序控制电机转动到一个指定的角度,进而带动窗帘转动到一个可以避免使光线产生眩光的角度,从而达到解决被动太阳房教室大面积开窗容易产生眩光的问题。

[0027] 2.改善了教室内的光环境,减少了电力照明的能耗

[0028] 本发明采用了横百叶窗帘,在能够反射太阳光线,但避免造成眩光问题的同时,也能够让光线尽可能的反射到天花板上,形成天然的采光环境,以减少因窗帘遮蔽导致室内照明减弱而采用灯光照明的可能性,从而到达减少电力消耗的目的。

[0029] 3.该装置结构简单,安装方便,使用便捷,可靠性强

[0030] 该装置仅仅在原有窗帘的结构上增加了控制、动力等相关的设备,结构简单不复杂,安装容易。同时采用了自动控制系统,大部分使用时间内都是装置自主运行的,使用便捷,可靠性强。

附图说明

[0031] 图1为本发明百叶窗部分的结构示意图;

[0032] 图2为本发明控制部分的结构示意图;

[0033] 图3为双线转轮的结构示意图;

[0034] 图4为单线转轮的结构示意图;

[0035] 图5为步进电机带动反光百叶片旋转时的示意图;

[0036] 图6为手动带动反光百叶片旋转时的示意图;

[0037] 图7为反光百叶片收起时的过程示意图;

[0038] 图8为太阳光在反光百叶片表面反射时的示意图;

[0039] 图9为反光百叶片旋转时角度示意图;

[0040] 图10无眩光控制情况(一)模型图;

[0041] 图11无眩光控制情况(二)模型图;

[0042] 图中标号代表:1—太阳能电池板,2—步进电机,3—光线角度传感器,4—控制面板,5—固定外壳,6—支座,7a—皮带转轮,7b—双线转轮,7c—单线转轮,8—皮带,9—第二转轴,10—反光百叶片,11—手动收帘线,12—通孔,13—支板,14—收帘连接线,15—转帘连接线,16—第一转轴,17—手动转帘线,18—摩擦阻尼套环,19—侧腔。

具体实施方式

[0043] 遵从上述技术方案,如图所示,本发明给出了一种外窗防眩光装置,包括百叶窗,百叶窗包括由上至下设置的多片反光百叶片10,即本发明中,百叶窗上的百叶片采用反光结构,可以是在普通的百叶片上包覆反光层,或用反光材料涂在百叶片上,使得百叶片可以反射光线。

[0044] 所述的百叶窗上方设置有固定外壳5,固定外壳5内部空心,采用条形结构,固定外壳5中安装有第一转轴16,第一转轴16平行于反光百叶片10,也与教室内的地面平行。所述

的多片反光百叶片10中,最上部的反光百叶片10安装在第一转轴16上,即第一转轴16沿长度方向穿过或固定在最上部的反光百叶片10的侧面中心处,采用固定连接的方式。自最上部的反光百叶片10两侧引出转帘连接线15,转帘连接线15由上至下依次连接其余的所有反光百叶片10;如图1所示,转帘连接线15在本实施例中设置了两对,对称设置在反光百叶片10的两侧,其作用是使所有的反光百叶片10可以联动。

[0045] 所述的固定壳体中设置有支板13,支板13与固定壳体的侧壁之间安装有第二转轴9,第二转轴9较第一转轴16短一些,第二转轴9上设置有单线转轮7c和一个双线转轮7b,本实施例中,单线转轮7c设置一对;单线转轮7c位于百叶窗的上方而双线转轮7b位于百叶窗的侧上方,这是为了避免双线转轮7b上手动收帘线11的使用受到影响;其中,单线转轮7c上连接有收帘连接线14,收帘连接线14的一端由上至下依次穿过开设于反光百叶片10上的通孔12,并固定在最下部的反光百叶片10上;即除了最下部的一个反光百叶片10之外,其余的反光百叶片10上都有供收帘连接线14穿过的通孔12;双线转轮7b上环绕设置有手动收帘线11;

[0046] 所述的第一转轴16的一端也安装有一个双线转轮7b,该双线转轮7b上环绕设置有手动转帘线17,使得该百叶窗上的反光百叶片10可通过手动调节的方式达到反光的目的。

[0047] 为了使本发明的百叶窗能根据光线角度进行自动调节,本发明中还提供了一种自动控制机构:

[0048] 所述的固定外壳5内部设置有侧腔19,侧腔19中通过支座6安装有步进电机2,在步进电机2的输出轴上以及第一转轴16的一端均安装有一个皮带转轮7a,皮带转轮7a之间通过皮带8连接。所述的外窗防眩光装置还包括控制面板4,控制面板4中集成有控制器,控制器可以采用单片机或DSP;所述的百叶窗的外部设置有光线角度传感器3,所述的步进电机2、光线角度传感器3均连接至控制器;所述的控制面板4以及步进电机2由设置在室外的太阳能电池板1供电。

[0049] 本发明的基本工作原理是,当控制面板4中的控制器接收到光线角度传感器3的角度信号之后,经过控制器内部的预设策略给步进电机2发出控制信号,步进电机2按照指令进行转动,通过皮带8带动第一转轴16旋转,在转帘连接线15的带动作用,使得所有反光百叶片10同步旋转,使所有的反光百叶片10旋转到指定的角度,以达到改变太阳光线反射角度,避免产生眩光的目的。

[0050] 而需要将窗帘收起时,可以上下拉动窗帘一边的手动收帘线11,其将会使与其连接的第二转轴9及双线转轮7b进行转动从而卷收起收帘连接线14,这将会拉起最下层的反光百叶片10,接着抬起上层相应的反光百叶片10,达到收起窗帘的目的。为解决第二转轴9不能自锁死而因百叶片自重作用导致无法收起窗帘的问题,第二转轴9的两端通过摩擦阻尼套环18安装在支板13以及固定外壳5的侧壁上,以增大第二转轴9转动的阻力,这样可以在无手动作用下防止因反光百叶片10自重拉动第二转轴9自旋转。

[0051] 此外,此装置还设置有手动旋转窗帘的功能,可以上下拉动窗帘一边的手动转帘线17,其将会使与其连接的第一转轴16及第一转轴16上的双线转轮7b行转动,以替代电机的作用,达到旋转百叶窗帘的目的。

[0052] 如图3、图4所示,为双线转轮7b和单线转轮7c的结构示意图。对于前者,一根线的两端分别缠绕固定在双线转轮7b的两侧,一端缠绕的多,一端缠绕的少,这样拉动缠绕多的

一端就可以带动转轮转动,同时线在缠绕少的一端被卷收起,从而使整条线的下垂部分长度保持一定,方便人员操作。对于后者,线只有一端缠绕固定在转轮上,这里单线转轮7c起到的是卷线或放线的作用。

[0053] 如图5、图6所示,分别为步进电机2带动反光百叶转动示意图和手动带动反光百叶转动示意图。这里可以清楚的理解电动或手动控制百叶片转动的过程。

[0054] 如图7所示,为反光百叶片10收起时的示意图。从此图中可以清楚的理解手动收帘线11控制百叶片收起的过程。对于百叶放下的过程,与此正好相反。

[0055] 如图8、图9、图10、图11所示,分别为光线反射原理图、反光百叶片10旋转原理图、无眩光控制情况(一)模型图、无眩光控制情况(二)模型图,它们一同构成了此控制系统控制原理的数学模型,是构建控制程序的基础。

[0056] 基于所设置的数学模型,在装置使用前需要通过控制面板4向控制器中输入并存储一些参数,这些参数包括:

[0057] L_1 :最下层反光百叶片10距地面的高度; L_2 :黑板上边缘距地面的高度; L_3 :最靠近黑板的反光百叶片10的边缘到黑板平面的距离; L_4 :教室中所有人的平均身高; L_5 :座位最靠近窗户的人到窗户的距离;黑板朝向:面向东或面向西;

[0058] 在控制器中建立坐标系xyz,如图10和图11所示,坐标系的原点0为最下层的反光百叶片10的中点,x轴为垂直指向黑板方向,y轴为平行于黑板方向,z轴为垂直于教室地面方向;控制器从光线传感器中读取太阳光的角度信号,太阳光与坐标系xyz轴的夹角分别记为 α 、 β 和 γ ;

[0059] 基于所设置的数学模型以及所设置的参数,控制器根据以下几点控制策略通过步进电机2控制反光百叶片10的转动角度 φ :

[0060] ①反光百叶片10的转动角度 φ 由公式 $\varphi = \arcsin \sqrt{\frac{(1-2AB) \pm \sqrt{1-4AB-4B^2}}{2(A^2+1)}}$ 给出,其中最外面根号下的正负号取值要保证最外面根号下的值大于等于0且小于等于1;

[0061] ②当黑板面向东时,上午时段(上午6点至12点)采用 $A=A_1=\frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$,

$B=B_1=\frac{(L_2-L_1)\cos \alpha-L_3 \cos \gamma}{2L_3 \cos \beta}$ 计算 φ 值,而下午时段(12点至下午6点)采用

$A=A_2=\frac{L_5 \cos \gamma+(L_4-L_1)\cos \beta}{L_5 \cos \beta-(L_4-L_1)\cos \gamma}$, $B=B_2=\frac{(L_1-L_4)\cos \beta-L_5 \cos \gamma}{2L_5 \cos \beta-2(L_4-L_1)\cos \gamma}$ 计算 φ 值;

[0062] ③当黑板面向西时,上午时段采用 $A=A_2=\frac{L_5 \cos \gamma+(L_4-L_1)\cos \beta}{L_5 \cos \beta-(L_4-L_1)\cos \gamma}$,

$B=B_2=\frac{(L_1-L_4)\cos \beta-L_5 \cos \gamma}{2L_5 \cos \beta-2(L_4-L_1)\cos \gamma}$ 计算 φ 值,而下午时段采用 $A=A_1=\frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$, $B=B_1=\frac{(L_2-L_1)\cos \alpha-L_3 \cos \gamma}{2L_3 \cos \beta}$ 计算 φ 值;

[0063] ④控制 φ 要满足 $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ 的条件;

[0064] ⑤在正午时间(中午12点)之前,当 φ 值达到 90° 之后取 φ 值恒为 90° ;

[0065] ⑥在正午时间之后,当 φ 值达到 90° 之前取 φ 值恒为 90° 。

[0066] 这里需要解释的是:在实际物理过程的计算中可能出现 Φ 值大于 90° 的情况,但由于上面计算公式的限制,公式计算出的 Φ 值在实际物理计算大于 90° 的情况下给出的是小于 90° 的值,这显然是不符的;同时通过观察可知 Φ 值在实际物理计算中是先增加后减小的过程;而且可以作图证明在大于 90° 的情况下固定 Φ 值为 90° 也是能够满足防止产生眩光的条件的,并且能够额外满足人心理对外景最大可视区域的需求。因此为消除计算中的问题,提出了⑤、⑥两条控制策略。

[0067] 下面将就上述控制角度公式给予推导与证明:

[0068] 基于上述数学图形建立上述的坐标系xyz,太阳光,即入射光线矢量为 $A(\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma)$,反射光线矢量为 B ,由图8可知反光百叶片10的法线方向矢量为 $n(0, -\cos\varphi, \sin\varphi)$ 。

[0069] 由于 A, B, n 共面,故可设 $B=\lambda_1 A+\lambda_2 n$

[0070] 同时 $-A$ 与 n 以及 B 与 n 夹角相等,则有

$$[0071] \quad \frac{-A \cdot n}{|A||n|} = \frac{B \cdot n}{|B||n|}$$

[0072] 代入式子 $B=\lambda_1 A+\lambda_2 n$,则有

$$[0073] \quad -A \cdot n \cdot \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + 2\lambda_1\lambda_2 A \cdot n} = \lambda_1 A \cdot n + \lambda_2$$

[0074] 化简得

$$[0075] \quad [(A \cdot n)^2 - 1](\lambda_2^2 + 2\lambda_1\lambda_2 A \cdot n) = 0$$

[0076] 由于 A 与 n 不共线,故 $(A \cdot n)^2 \neq 1$,则

$$[0077] \quad \lambda_2^2 + 2\lambda_1\lambda_2 A \cdot n = 0$$

[0078] 即

$$[0079] \quad \lambda_2(\lambda_2 + 2\lambda_1 A \cdot n) = 0$$

[0080] 由于 A 与 B 不共线,故 $\lambda_2 \neq 0$,则

$$[0081] \quad \lambda_2 + 2\lambda_1 A \cdot n = 0$$

[0082] 即

$$[0083] \quad \lambda_2 = -2\lambda_1(-\cos\beta\cos\varphi + \cos\gamma\sin\varphi)$$

[0084] 现只需要 B 的方向即可,取 $\lambda_1=1$,则

$$[0085] \quad \lambda_2 = 2\cos\beta\cos\varphi - 2\cos\gamma\sin\varphi$$

[0086] 故 B 的方向为

[0087]

$$\lambda_1 A + \lambda_2 n = (\cos\alpha, \cos\beta - 2\cos\beta\cos^2\varphi + 2\cos\gamma\sin\varphi\cos\varphi, \cos\gamma + 2\cos\beta\sin\varphi\cos\varphi - 2\cos\gamma\sin^2\varphi)$$

[0088] 那么在图11所示的坐标系中反射光线的直线方程为

[0089]

$$\frac{x}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta - 2\cos\beta\cos^2\varphi + 2\cos\gamma\sin\varphi\cos\varphi} = \frac{z}{\cos\gamma + 2\cos\beta\sin\varphi\cos\varphi - 2\cos\gamma\sin^2\varphi}$$

[0090] 要满足无眩光的要求,如图5、6所示有两种情况。第一种情况为当反射光线朝向黑

板时,通过最靠近黑板的最下层的反光百叶片10的边缘的反射光线要投射到黑板的上边缘以上(只要满足在此处的反射光线不会投射到黑板上,则其他部位的反射光线也不会投射到黑板上);第二种情况为当反射光线背向黑板时,通过最下层反光百叶片10的反射光线要投射到人眼以上(只要满足在此处的反射光线不会投射到人眼上,则其他部位的反射光线也不会投射到人眼上)。

[0091] 对于第一种情况,如图5所示,可列出方程为

$$[0092] \quad \frac{L_3}{\cos \alpha} = \frac{L_2 - L_1}{\cos \gamma + 2 \cos \beta \sin \varphi \cos \varphi - 2 \cos \gamma \sin^2 \varphi}$$

[0093] 即

$$[0094] \quad \sin \varphi \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} - \frac{\cos \gamma}{\cos \beta} \sin^2 \varphi = \frac{(L_2 - L_1) \cos \alpha - L_3 \cos \gamma}{2 L_3 \cos \beta}$$

[0095] 解得

$$[0096] \quad \varphi = \arcsin \sqrt{\frac{(1 - 2 A_1 B_1) \pm \sqrt{1 - 4 A_1 B_1 - 4 B_1^2}}{2(A_1^2 + 1)}}$$

$$[0097] \quad A_1 = \frac{\cos \gamma}{\cos \beta}$$

$$[0098] \quad B_1 = \frac{(L_2 - L_1) \cos \alpha - L_3 \cos \gamma}{2 L_3 \cos \beta}$$

[0099] (其中最外面根号下正负号要保证其下的值大于等于0且小于等于1)

[0100] 对于第二种情况,如图6所示,可列出方程为

$$[0101] \quad \frac{L_5}{\cos \beta - 2 \cos \beta \cos^2 \varphi + 2 \cos \gamma \sin \varphi \cos \varphi} = \frac{L_4 - L_1}{\cos \gamma + 2 \cos \beta \sin \varphi \cos \varphi - 2 \cos \gamma \sin^2 \varphi}$$

[0102] 即

$$[0103] \quad \sin \varphi \sqrt{1 - \sin^2 \varphi} - \frac{L_5 \cos \gamma + (L_4 - L_1) \cos \beta}{L_5 \cos \beta - (L_4 - L_1) \cos \gamma} \sin^2 \varphi = \frac{(L_1 - L_4) \cos \beta - L_5 \cos \gamma}{2 L_5 \cos \beta - 2(L_4 - L_1) \cos \gamma}$$

[0104] 解得

$$[0105] \quad \varphi = \arcsin \sqrt{\frac{(1 - 2 A_2 B_2) \pm \sqrt{1 - 4 A_2 B_2 - 4 B_2^2}}{2(A_2^2 + 1)}}$$

$$[0106] \quad A_2 = \frac{L_5 \cos \gamma + (L_4 - L_1) \cos \beta}{L_5 \cos \beta - (L_4 - L_1) \cos \gamma}$$

$$[0107] \quad B_2 = \frac{(L_1 - L_4) \cos \beta - L_5 \cos \gamma}{2 L_5 \cos \beta - 2(L_4 - L_1) \cos \gamma}$$

[0108] (其中最外面根号下正负号要保证其下的值大于等于0且小于等于1)

[0109] 反光百叶片10的转动角度即按照上面计算的 φ 进行控制,而对应于不同的情况,相应的控制公式也有区别,最后的控制方式即如上面控制策略所述。

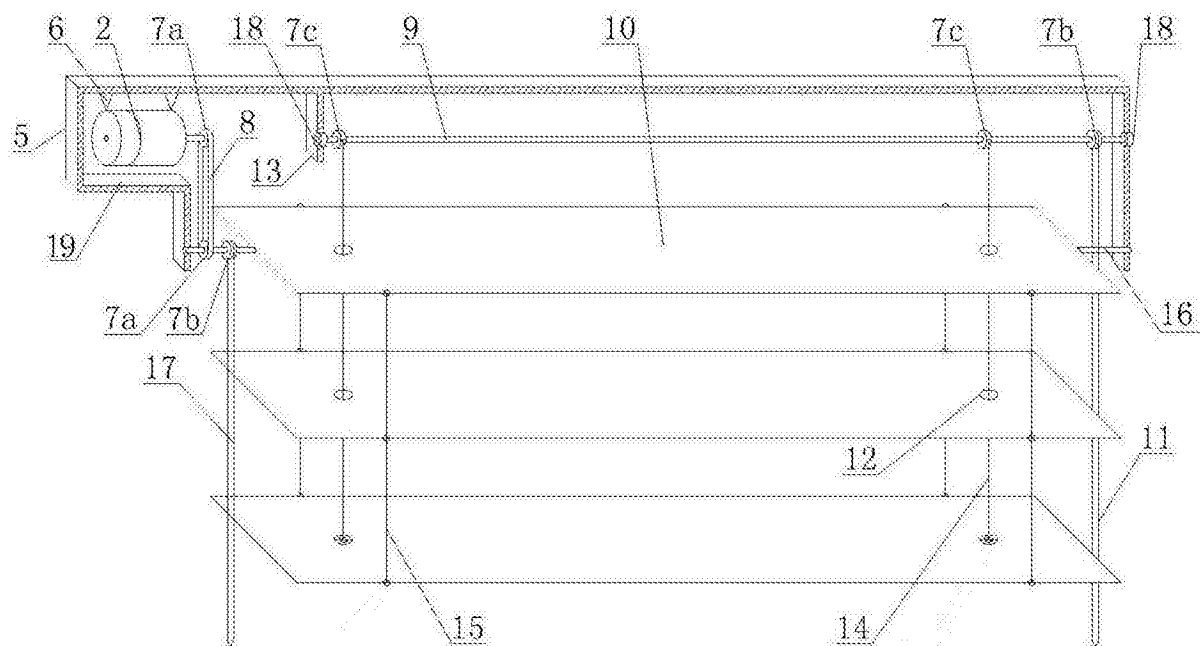


图1

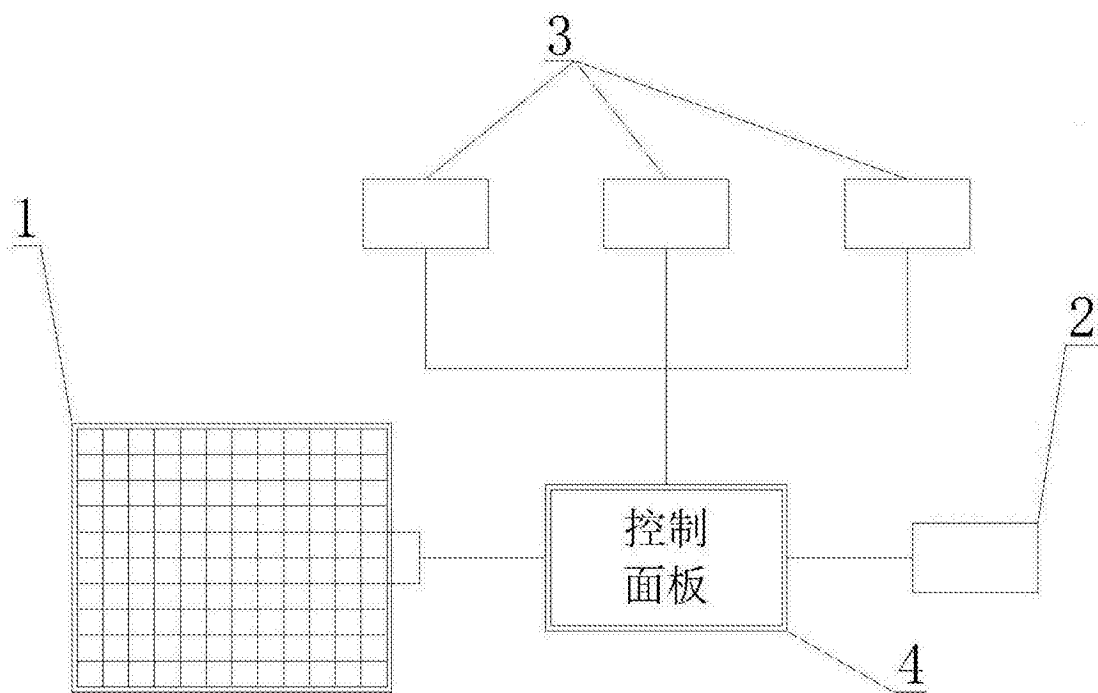


图2

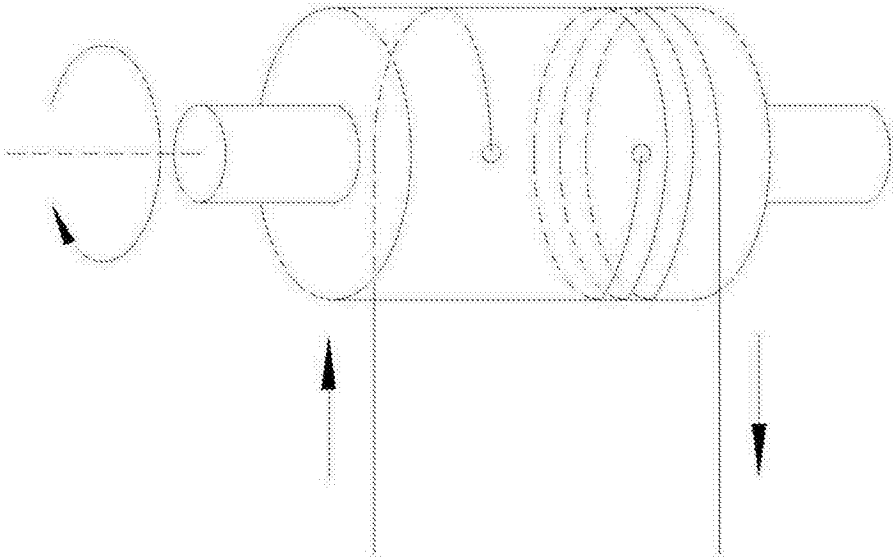


图3

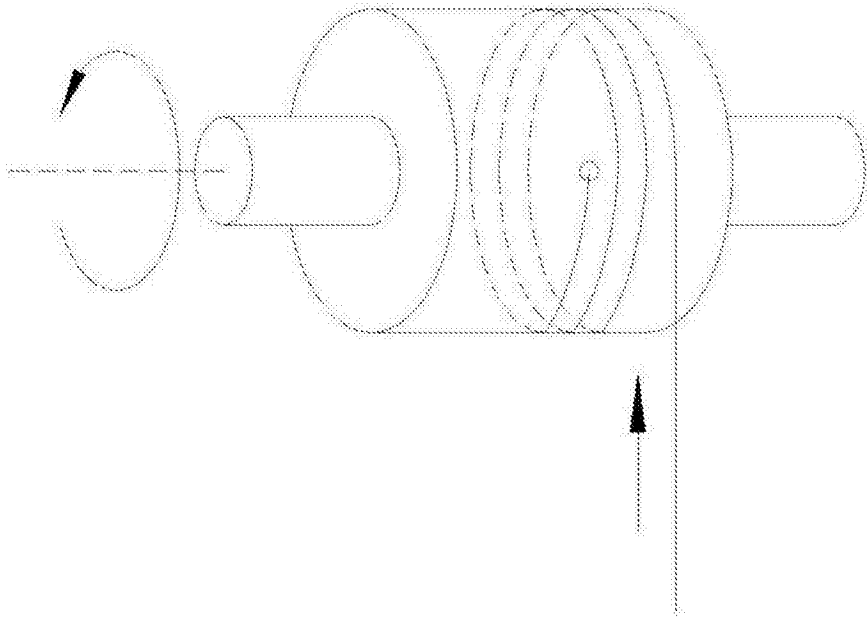


图4

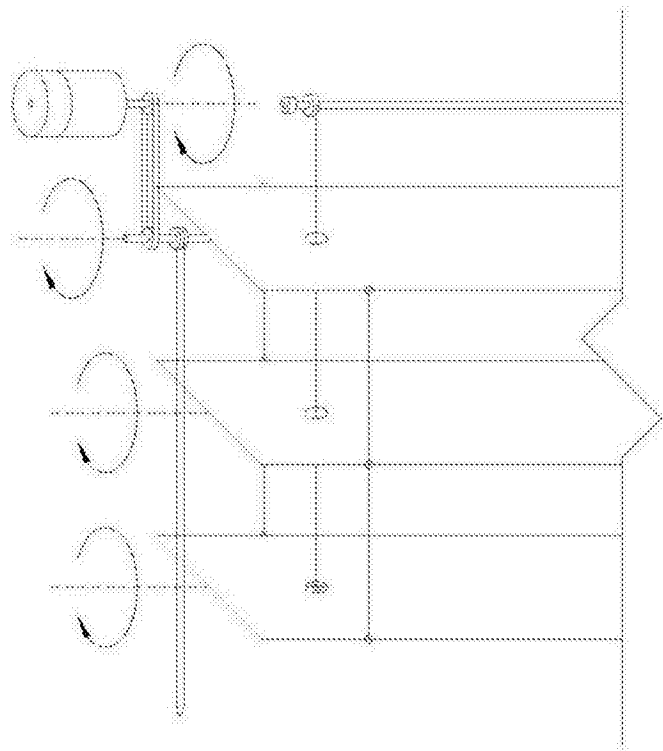


图5

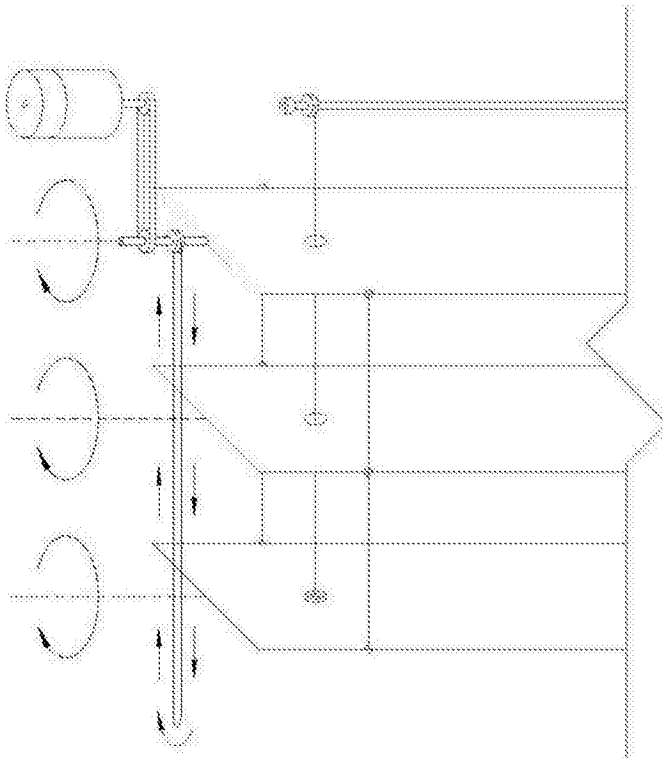


图6

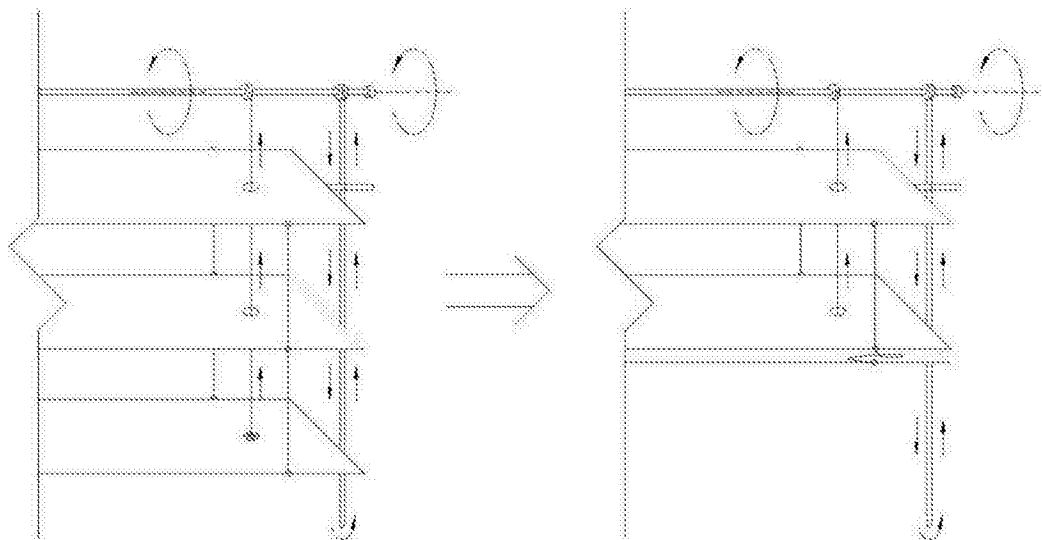


图7

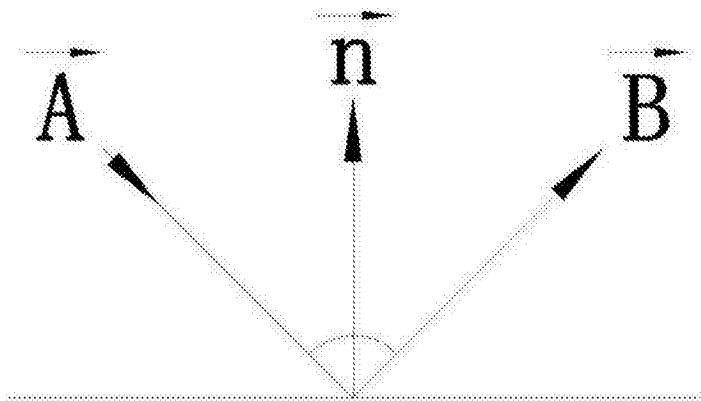


图8

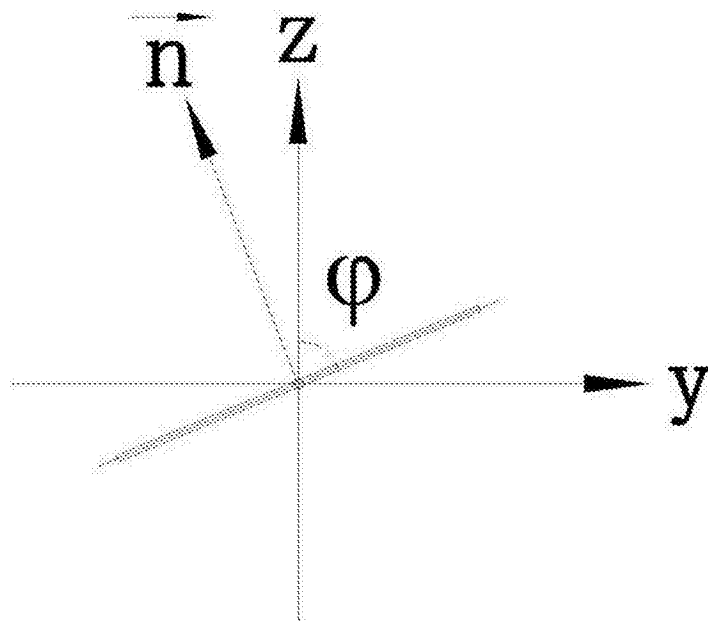


图9

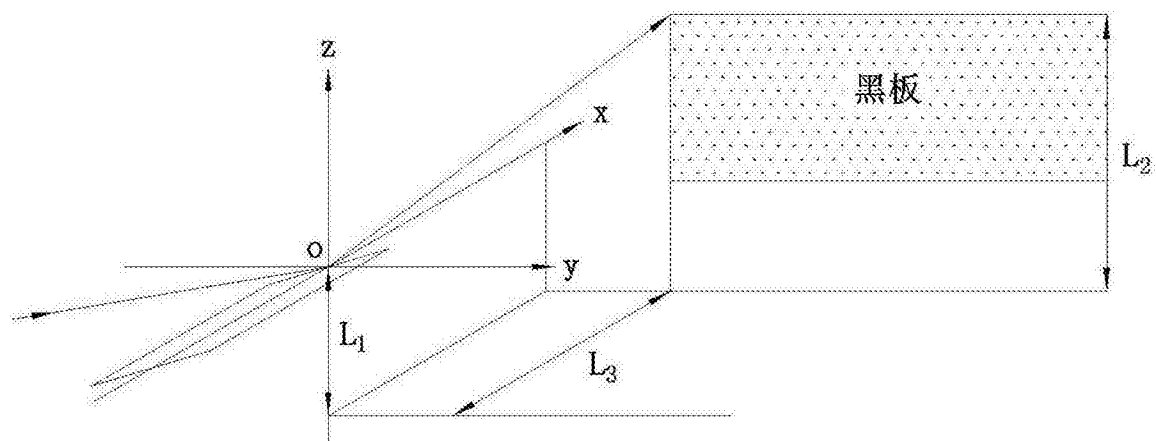


图10

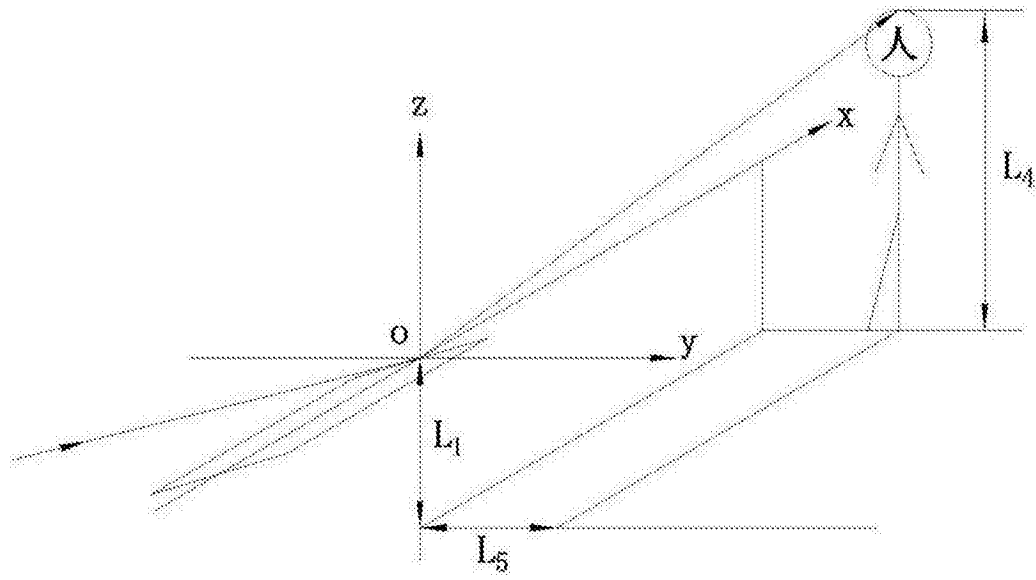


图11