(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113188096 B
(45)授权公告日 2023.09.01

(21)申请号 202110512709.X

(22)申请日 2021.05.11

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113188096 A

(43)申请公布日 2021.07.30

(73)专利权人 陕西科技大学
地址 710021 陕西省西安市未央大学园区

(72)发明人 亢洁 宁铎 孟惠 仵涛 郝连超 刘嫣 赵娟宁 卢晓杰 段艳花

(74)专利代理机构 西安众和至成知识产权代理事务所(普通合伙) 61249
专利代理师 艾慧康

(51)Int.Cl.
F21S 11/00(2006.01)
F21V 7/00(2006.01)
F21V 17/02(2006.01)
F21W 131/101(2006.01)

(56)对比文件
CN 102434845 A,2012.05.02
CN 104595841 A,2015.05.06
CN 107763562 A,2018.03.06
JP 2020065239 A,2020.04.23
CN 111795352 A,2020.10.20
CN 106051612 A,2016.10.26
CN 205229552 U,2016.05.11
CN 202188424 U,2012.04.11
CN 103149943 A,2013.06.12
周园会;刘显明;史玲娜;陈伟民.基于阳光定向器的隧道入口段反射式照明系统.照明工程学报.2018,(02),全文.

审查员 刘真

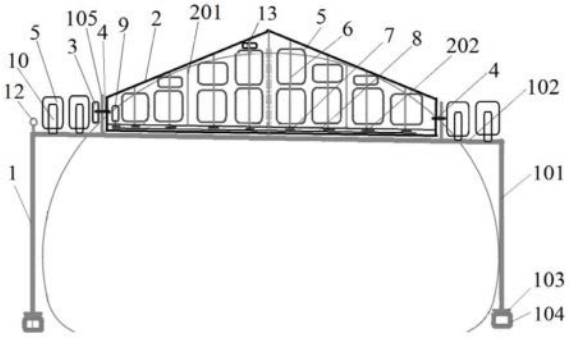
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置及方法

(57)摘要

本发明公开了隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置及方法,能够在免安装漫反射镜条件下高效利用太阳光对隧道进出口路段进行加强照明,系统结构简单,便于清洁,提高使用寿命。装置包括固定设置在隧道口外侧的支撑架,支撑架的顶部转动设置有旋转架,旋转架传动连接第一驱动机构,旋转架上转动设置有处于同一平面的多个能够同时定向镜像反射和漫反射的复合反射镜和一个镜面反射镜,复合反射镜和镜面反射镜均传动连接至第二驱动机构,隧道口内侧顶部设置有光线方向传感器,光线方向传感器位于镜面反射镜反射太阳光线的路径上,还包括控制器,控制器设置有GPS时间器,光线方向传感器、第一驱动机构和第二驱动机构均通信连接至控制器。



CN 113188096 B

1.隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,包括固定设置在隧道口外侧的支撑架(1),所述支撑架(1)的顶部转动设置有旋转架(2),所述旋转架(2)传动连接有第一驱动机构,所述第一驱动机构被配置为能够驱动所述旋转架(2)沿水平轴转动,所述旋转架(2)上转动设置有多个复合反射镜(5)和一个镜面反射镜(13),所述复合反射镜(5)能够同时定向反射和漫反射太阳光至隧道内,所述镜面反射镜(13)与所述复合反射镜(5)处于同一平面,所述复合反射镜(5)和所述镜面反射镜(13)均传动连接至第二驱动机构,所述第二驱动机构被配置为能够驱动所述复合反射镜(5)和所述镜面反射镜(13)绕竖直轴转动,隧道口内侧顶部设置有光线方向传感器(11),所述光线方向传感器(11)位于所述镜面反射镜(13)定向反射太阳光线的路径上,所述光线方向传感器(11)与所述镜面反射镜(13)构成闭环反射光线检测结构,还包括控制器,所述控制器设置有GPS时间器,所述光线方向传感器(11)、所述第一驱动机构和所述第二驱动机构均通信连接至所述控制器。

2.根据权利要求1所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述复合反射镜(5)包括钢化玻璃(502),所述钢化玻璃(502)的外表面设置有压花处理的漫反射图形构成的准平面,所述漫反射图形按设定比例占据所述钢化玻璃(502)的外表准平面,所述钢化玻璃(502)的内表平面设置有银反射膜(503),所述银反射膜(503)外侧设置有TPT背板(505),所述钢化玻璃(502)的外表准平面还设置有防尘膜(501),所述银反射膜(503)外侧通过EVA胶(504)连接所述TPT背板(505),所述复合反射镜(5)的外周设置有框架(506)。

3.根据权利要求1所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述光线方向传感器(11)的光轴与隧道中心线呈倾斜角度β设置,倾斜角度β满足如下公式:S=H*tgβ,S是被照射路面长度,H是所述光线方向传感器(11)的安装高度。

4.根据权利要求1所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述支撑架(1)的顶部相对设置有两个立板(105),两个所述立板(105)上均转动设置有水平转轴(4),所述旋转架(2)的两侧分别与两个所述水平转轴(4)固定连接,所述第一驱动机构包括固定设置于所述支撑架(1)的第一电机(3),所述第一电机(3)与两个所述水平转轴(4)中的任意一个传动连接。

5.根据权利要求1所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述旋转架(2)上沿水平方向间隔转动设置有多个旋转轴(6),所述旋转轴(6)沿竖直向设置,所述复合反射镜(5)固定设置于所述旋转轴(6),所述镜面反射镜(13)固定于其中的一个所述旋转轴(6),多个所述旋转轴(6)均传动连接至所述第二驱动机构。

6.根据权利要求5所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述第二驱动机构包括固定设置于所述旋转架(2)的第二电机(9),所述第二电机(9)的输出轴和多个所述旋转轴(6)的下端均固定套设有齿轮(7),多个所述齿轮(7)套设有链条(8)。

7.根据权利要求6所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述旋转架(2)的底部设置有密封盒(202),所述齿轮(7)和所述链条(8)均位于所述密封盒(202)内。

8.根据权利要求1所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述支撑架(1)的宽度与隧道口的宽度相适配,所述支撑架(1)的顶部两侧均固定设置有多个固定架(10),所述固定架(10)上固定设置有准平面法线倾斜于内下方的所述复合反射镜

(5)。

9.根据权利要求1所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,其特征在于,所述支撑架(1)还设置有风速传感器(12),所述风速传感器(12)通信连接至所述控制器。

10.隧道进出口太阳光定向复合反射照明的方法,其特征在于,采用如权利要求1至9中任一项所述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,包括:GPS时间器实时获取GPS位置对应的GPS时间并发送给控制器,控制器根据GPS时间对应的太阳方位控制第一驱动机构和第二驱动机构启动实时调整旋转架(2)上的复合反射镜(5)和镜面反射镜(13)的角度,以使复合反射镜(5)将太阳光同时以定向反射和漫反射二种方式进入隧道口内;同时镜面反射镜(13)将太阳光定向反射入隧道口内,光线方向传感器(11)检测镜面反射镜(13)反射的太阳光线方向信息后并反馈给控制器,控制器根据反馈的太阳光线方向信息控制第一驱动机构和第二驱动机构对复合反射镜(5)和镜面反射镜(13)的空间角度进行实时自动调节修正。

隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能利用技术领域，具体涉及隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置及方法。

背景技术

[0002] 随着国家经济的快速发展，以高速公路为标志交通运输业更是发展迅猛，但是公路隧道运营管理费用特别是隧道照明电费已成为一笔巨额开支，安全与节能的矛盾也变得日益突出。对驾驶员而言，汽车速度一定情况下在隧道的进出口段光亮度梯度太大，将导致视觉不能尽快调节过来而产生“黑洞”和“白洞”效应，进而使得交通事故的几率上升。为了保证安全前提下实现节能，国家规定隧道照明由基本照明和增强照明两个系统组成，其中分布于整个隧道的基本照明系统一直处于日夜不停的照明状态，而安装于隧道进出口区段的加强照明则通过自动控制的方法，使其根据隧道外太阳光强弱程度而自动控制打开照明灯的个数，只要使其亮度梯度满足技术要求即可；例如：夏天中午太阳光最强时所有的加强照明灯组全部打开工作；冬天或者阴雨天只打开部分；而在晚间全部关闭，从而达到满足技术要求条件下有效节能的目标。

[0003] 目前，隧道加强照明中大多利用常规电力，以高压钠灯、LED灯等作为照明光源，但实际工程中由于闭环式自动控制中的太阳光传感器所处工作环境恶劣和位置偏僻维修不便等因素导致系统故障率高的实际问题，迫使人们放弃自动控制功能以保证系统工作可靠性，通常加强照明系统都是按照夏天最强太阳光设计配备的恒定照明系统，并且与基本照明系统工作状态一样，从而在高可靠性保障满足要求的同时却造成电能源的巨大浪费。

[0004] 相关技术在隧道口外设置定向反射镜，利用定向反射镜将太阳光反射至隧道口内设置的漫反射镜，再由漫反射镜漫反射太阳光进行照明，可以实现太阳光的利用，节省电能源，然而隧道外面的定向反射镜因为处于自然环境中，不定期的玻璃表面受到雨水冲洗和风吹而达到自洁效果；而由于隧道内部安装的漫反射镜长期工作在尘土飞扬的环境中又没有风吹雨淋的自洁条件，因而漫反射镜表面粘上灰尘后不方便清洁造成漫反射效率很低，降低了照明效果，影响了系统的使用寿命，而且目前运营的公路隧道中大部分都没有设置定期高压水冲洗隧道的功能。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中装置不便于清洁影响照明效果和寿命的问题，本发明提供了隧道内免安装漫反射镜的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置及方法，利用复合反射镜同时实现镜面定向反射与漫反射功能，既满足隧道口内一定距离的照明深度，又能够均匀的照亮路面，从而实现高效利用太阳光对隧道进出口路段进行加强照明的目标。在大幅度简化系统结构的条件下仍然能够有效降低隧道进出口的亮度梯度，提高车辆行驶安全性，又彻底解决了漫反射镜的清洁问题，提高了系统使用寿命。

[0006] 为了实现以上目的，本发明提供了隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置，

包括固定设置在隧道口外侧的支撑架,所述支撑架的顶部转动设置有旋转架,所述旋转架传动连接有第一驱动机构,所述第一驱动机构被配置为能够驱动所述旋转架沿水平轴转动,所述旋转架上转动设置有多个复合反射镜和一个镜面反射镜,所述复合反射镜能够同时定向镜像反射和漫反射太阳光至隧道内,所述镜面反射镜与所述复合反射镜处于同一平面,所述复合反射镜和所述镜面反射镜均传动连接至第二驱动机构,所述第二驱动机构被配置为能够驱动所述复合反射镜和所述镜面反射镜绕竖直轴转动,隧道口内侧顶部设置有光线方向传感器,所述光线方向传感器位于所述镜面反射镜反射太阳光线的路径上,所述光线方向传感器与所述镜面反射镜构成闭环反射光线检测结构,还包括控制器,所述控制器设置有GPS时间器,所述光线方向传感器、所述第一驱动机构和所述第二驱动机构均通信连接至所述控制器。

[0007] 进一步地,所述复合反射镜包括钢化玻璃,所述钢化玻璃的外表面设置有压花处理的漫反射图形构成的准平面,所述漫反射图形按设定比例占据所述钢化玻璃的外表面,所述钢化玻璃的内表平面设置有银反射膜,所述银反射膜外侧设置有TPT背板。

[0008] 进一步地,所述钢化玻璃的外表准平面设置有防尘膜,所述银反射膜外侧通过EVA胶连接所述TPT背板,所述复合反射镜的外周设置有框架。

[0009] 进一步地,所述光线方向传感器的光轴与隧道中心线呈倾斜角度β设置,倾斜角度β满足如下公式:S＝H*tgβ,S是被照射路面长度,H是所述光线方向传感器的安装高度。

[0010] 进一步地,所述支撑架的顶部相对设置有两个立板,两个所述立板上均转动设置有水平转轴,所述旋转架的两侧分别与两个所述水平转轴固定连接,所述第一驱动机构包括固定设置于所述支撑架的第一电机,所述第一电机与两个所述水平转轴中的任意一个传动连接。

[0011] 进一步地,所述旋转架上沿水平方向间隔转动设置有多个旋转轴,所述旋转轴沿竖直向设置,所述复合反射镜固定设置于所述旋转轴,所述镜面反射镜固定于其中的一个所述旋转轴,多个所述旋转轴均传动连接至所述第二驱动机构。

[0012] 进一步地,所述第二驱动机构包括固定设置于所述旋转架的第二电机,所述第二电机的输出轴和多个所述旋转轴的下端均固定套设有齿轮,多个所述齿轮套设有链条。

[0013] 进一步地,所述旋转架的底部设置有密封盒,所述齿轮和所述链条均位于所述密封盒内。

[0014] 进一步地,所述支撑架的宽度与隧道口的宽度相适配,所述支撑架的顶部两侧均固定设置有多个固定架,所述固定架上固定设置有准平面法线倾斜于内下方的所述复合反射镜。

[0015] 进一步地,所述支撑架还设置有风速传感器,所述风速传感器通信连接至所述控制器。

[0016] 本发明还提供了隧道进出口太阳光定向复合反射照明的方法,采用上述的隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置,包括:GPS时间器实时获取GPS位置对应的GPS时间并发送给控制器,控制器根据GPS时间对应的太阳方位控制第一驱动机构和第二驱动机构启动实时调整旋转架上的复合反射镜和镜面反射镜的角度,以使复合反射镜将太阳光定向反射和漫反射入隧道口内,镜面反射镜将太阳光定向反射入隧道口内且仅提供光线方向传感器使用;同时光线方向传感器检测镜面反射镜反射的太阳光线方向信息并反馈给控制器,

控制器根据反馈的太阳光线方向信息控制第一驱动机构和第二驱动机构对复合反射镜和镜面反射镜的角度进行实时修正。

[0017] 与现有技术相比，本发明在隧道口外侧设置支撑架，在支撑架上设置第一驱动机构和旋转架，在旋转架上设置第二驱动机构、多个复合反射镜和一个镜面反射镜，镜面反射镜与复合反射镜安装于同一平面；利用复合反射镜同时按照设定比例定向镜面反射和漫反射太阳光进入隧道内部，并均匀分布在规定长度的路面上，并在隧道口内侧顶部设置有光线方向传感器，光线方向传感器则位于镜面反射镜反射太阳光线的路径上，控制器设置GPS时间器，从而可以利用GPS时间器实时获取GPS位置对应的GPS时间并发送给控制器，控制器根据GPS时间对应的太阳方位控制第一驱动机构驱动旋转架带动其上的多个复合反射镜整体沿水平轴转动，控制第二驱动机构驱动旋转架上多个复合反射镜整体绕竖直轴转动，从而实现了根据GPS时间对应的太阳方位实时调整旋转架上的复合反射镜的角度，以使复合反射镜将太阳光定向反射和漫反射入隧道口内进行照明，并且同时光线方向传感器检测镜面反射镜反射的太阳光线方向信息并反馈给控制器，控制器根据反馈的太阳光线方向信息控制第一驱动机构和第二驱动机构对复合反射镜的角度进行修正，从而保证了复合反射镜可靠地将太阳光反射入隧道口内进行照明，能够高效利用太阳光对隧道进出口进行直接照明，降低隧道进出口的亮度梯度，消除“黑洞”和“白洞”效应，另外，复合反射镜定向反射和漫反射太阳光后，减轻了光线对于眼睛的刺激，提高驾驶安全性，节能环保。

附图说明

[0018] 图1是本发明的结构示意图一；

[0019] 图2是本发明的结构示意图二；

[0020] 图3是本发明的复合反射镜的结构示意图；

[0021] 其中，1是支撑架、101是立柱、102是横梁、103是钢板、104是水泥桩、105是立板、2是旋转架、201是加强筋、202是密封盒、3是第一电机、4是水平转轴、5是复合反射镜、501是防尘膜、502是钢化玻璃、503是银反射膜、504是EVA胶、505是TPT背板、506是框架、6是旋转轴、7是齿轮、8是链条、9是第二电机、10是固定架、11是光线方向传感器、12是风速传感器、13是镜面反射镜。

具体实施方式

[0022] 下面结合说明书附图和具体的实施例对本发明作进一步地解释说明，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0023] 本发明实施例提供了隧道进出口太阳光定向复合反射照明的装置，参见图1和图2，包括固定设置在隧道口外侧的支撑架1，支撑架1的顶部转动设置有旋转架2，旋转架2传动连接有第一驱动机构，第一驱动机构被配置为能够驱动旋转架2沿水平轴转动，旋转架2上转动设置有多个复合反射镜5和一个镜面反射镜13，复合反射镜5能够同时定向镜面反射和漫反射太阳光，镜面反射镜13与复合反射镜5处于同一平面，多个复合反射镜5和镜面反射镜13均传动连接至第二驱动机构，第二驱动机构被配置为能够驱动多个复合反射镜5和

镜面反射镜13绕竖直轴转动，隧道口内侧顶部设置有光线方向传感器11，其安装角度β大小取决于隧道内需要照射路面的长度和安装高度，光线方向传感器11位于镜面反射镜13反射太阳光线的路径上，光线方向传感器11与镜面反射镜13构成闭环反射光线检测结构，本实施例还包括控制器，控制器设置有GPS时间器，光线方向传感器11、第一驱动机构和第二驱动机构均通信连接至控制器。

[0024] 具体地，参见图3，复合反射镜5包括钢化玻璃502，钢化玻璃502的外表面设置有压花处理的漫反射图形构成的准平面，漫反射图形按设定比例占据钢化玻璃502的外表面，钢化玻璃502的内表平面设置有银反射膜503，银反射膜503外侧设置有TPT背板505，保证即使钢化玻璃被意外撞击成为玻璃碎片后也被粘结在TPT背板505上，而不会掉落下来对于行驶车辆和人员造成伤害。优选地，钢化玻璃502的外表准平面设置有防尘膜501，银反射膜503外侧通过EVA胶504连接TPT背板505，复合反射镜5的外周设置有框架506，利用防尘膜501防止镜面落灰影响太阳光反射效率，以适应恶劣的使用环境，利用框架506提高整个复合反射镜5的强度，框架506宜采用铝合金框架，质量轻强度高。采用钢化玻璃502，提高了复合反射镜5的整体强度，增强自身抗风压性，寒暑性，冲击性等，即使被外力破坏时，碎片会成类似蜂窝状的碎小钝角颗粒，不易对车辆或人体造成伤害，提高安全性。

[0025] 本实施例的复合反射镜5尺寸根据安装空间大小进行组合，其中复合反射镜5的外表面上的图形采用专门设计的三维微结构图形并利用压花工艺制作的准平面的钢化玻璃502，并通过其中三维微结构图形的形状与大小尺寸的变化实现漫反射与镜面定向反射的比例调节，达到既能够漫反射后均匀分布于隧道路面，又保证其反射深度满足规定长度(如50米)的技术要求。例如：通过调整微结构图形占钢化玻璃502表面积的比例来实现实际需要的漫反射占总反射的比例值，如需要漫反射占总反射的70％，如果不计损耗的话，再考虑玻璃表面图形制作过程中由于表面张力引起的平面变形，所以漫反射微观结构图形在钢化玻璃表面分布的总面积应该小于70％。本实施例的镜面反射镜13也可以由钢化玻璃、银反射膜、TPT背板、防尘膜和框架构成，只是钢化玻璃上没有漫反射的三维微结构图形，只实现定向镜像反射即可。

[0026] 具体地，支撑架1包括在隧道口两侧设置的立柱101，两个立柱101的上端固定有横梁102，两个立柱101的下端固定钢板103，钢板103固定嵌设于水泥桩104，水泥桩104固定在地面，从而形成一个稳固的门字形框架的支撑架1。

[0027] 具体地，支撑架1的顶部相对设置有两个立板105，即横梁上设置立板105，两个立板105上均转动设置有水平转轴4，旋转架2的两侧分别与两个水平转轴4固定连接，第一驱动机构包括固定设置于支撑架1的第一电机3，第一电机3与两个水平转轴4中的任意一个传动连接。

[0028] 具体地，旋转架2上沿水平方向间隔转动设置有多个旋转轴6，旋转轴6沿竖直向设置，复合反射镜5固定设置于旋转轴6，镜面反射镜13固定于其中的一个旋转轴6上，镜面反射镜13优选固定在最中间的旋转轴6上，多个旋转轴6均传动连接至第二驱动机构。本实施例的旋转架2的外形大致与隧道的顶部形状相适配，呈中间高两边低的形状，因此每个旋转轴6上可以根据分布的高度不同安装尺寸不同的1～2个复合反射镜5，且旋转架2上沿水平向间隔设置多个竖直设置的加强筋201，以保证旋转架2的强度。

[0029] 具体地，光线方向传感器11的安装角度β大小取决于隧道内需要照射路面的长度S

和安装高度H,倾斜角度β满足如下公式:S＝H*tgβ,即β＝arctgH/S。如安装高度7米,需要照明路面长度50米,则β＝8度为其光轴与隧道中心线的夹角。

[0030] 优选地,第二驱动机构包括固定设置于旋转架2的第二电机9,第二电机9的输出轴和多个旋转轴6的下端均固定套设有齿轮7,多个齿轮7套设有链条8,旋转轴6的上下端分别安装有轴承和锥型轴承,下端安装的齿轮7为从动齿轮,与第二电机9的输出轴套设的主动齿轮组成链条-齿轮驱动结构,传动可靠稳定。

[0031] 更加优选地,旋转架2的底部设置有密封盒202,齿轮7和链条8均位于密封盒202内,利用密封盒202避免灰尘等杂物进入,影响传动结构的性能和使用寿命,更加适用于恶劣的室外环境。

[0032] 具体地,支撑架1的宽度与隧道口的宽度相适配,支撑架1的顶部两侧均固定设置有多个固定架10,固定架10上固定设置有复合反射镜5,复合反射镜5的准平面法线倾斜于内下方,在旋转架2以外的两侧单独设置多个固定的复合反射镜5,以进一步增加直接反射进入隧道内的太阳光通量,这些复合反射镜5固定安装后定向漫反射太阳光而不自动跟踪,能够在太阳光照射的一部分时间内把太阳光向内、向下复合反射进入隧道内部,甚至斜对面的隧道墙壁上,增加了进入隧道的太阳光通量。两侧固定的定向复合反射镜5没有自动跟踪功能,仅分别工作于上午和下午的某一个时间段,例如:安装于隧道北出口,上午时分右边的复合反射镜5把太阳光定向漫反射到隧道内路面上甚至左边的隧道墙壁上,而左边的复合反射镜5处于不工作状态,下午时分则刚好相反,左边的复合反射镜5处于工作状态而右边的复合反射镜5处于休息状态。固定架10和其上的复合反射镜5主要用来增加系统反射进入隧道内的光通量,因为风大时仍然无法调整其方向使其接近水平而减小风阻,所以适当增加固定强度来对抗大风的威胁。

[0033] 优选地,支撑架1上还设置有风速传感器12,风速传感器12通信连接至控制器。利用风速传感器12检测风速并反馈给控制器,如果偶然遇到风速超过设定值时,为了保护旋转架2及其安装在此的复合反射镜5安全,控制系统执行程序,强行把旋转架2调节为接近水平状态,如与水平面夹角小于等于20度,从而保证其安全。

[0034] 本实施例利用第一电机3驱动旋转架2可绕水平转轴4旋转,从而实现安装于其中的所有复合反射镜5和镜面反射镜13的高度角统一调节;而镜面反射镜13和每一个旋转轴6上安装的复合反射镜5通过第二电机9驱动旋转轴6带动密封盒中的链条8带动下端的齿轮7转动,使镜面反射镜13和复合反射镜5实现统一的方位角调节。另外镜面反射镜13、光线方向传感器11、风速传感器12、GPS时间器与控制器软硬件以及第一电机3和第二电机9一起组成复合反射镜组实现定向反射功能的自动控制系统,通过开、闭环互补,闭环优先的设计,实现高精度、不“脱靶”的自动跟踪功能以及大风状态下系统安全。

[0035] 本实施例装置根据交通规则规定隧道中行驶车辆之间的安全距离,能够使太阳光反射入隧道口内至少50米,安全距离通常为车辆行驶速度的千分之一左右,所以对于实施工程的公路隧道,设计车辆行驶速度为80km/h,一般≥50km/h;所以车辆间距通常为50米及以上,车辆相互之间不存在遮挡复合反射太阳光线的问题。安装于镜面反射镜13的反射光路中的光线方向传感器11的中心轴与隧道中心线平行但与水平线之间夹角为β而非0,即ctgβ*H＝50米即可β＝arctg6.5/50＝6.5。复合反射镜5对于入射太阳光的漫反射和定向反射比例为P%,其中,P的取值应该满足太阳光既能够漫反射后均匀分布在路面上,又保证达

到至少50米的光路后的光强度，P＝漫反射光通量/漫反射光通量镜面反射高通量＝72％。

[0036] 本发明实施例还提供了隧道进出口太阳光定向复合反射照明的方法，采用上述的装置，包括：GPS时间器实时获取GPS位置对应的GPS时间并发送给控制器，控制器根据GPS时间对应的太阳方位控制第一驱动机构和第二驱动机构启动实时调整旋转架2上的复合反射镜5和镜面反射镜13的角度，以使复合反射镜5将太阳光定向反射和漫反射入隧道口内，镜面反射镜13将太阳光定向反射入隧道口内；同时光线方向传感器11检测镜面反射镜13反射的太阳光线方向信息并反馈给控制器，控制器根据反馈的太阳光线方向信息控制第一驱动机构和第二驱动机构对复合反射镜5和镜面反射镜13的角度进行实时修正。

[0037] 本实施例利用GPS提供的准确时间与天文坐标系，通过开环控制实现定向复合反射镜5的连续不间断的在一天24小时内自动跟踪太阳光源，有效解决使用过程中客观存在的“脱靶”现象；再通过镜面反射镜13、光线方向传感器11以及软硬件组成的闭环控制系统所享有的优先权，在太阳光照射期间实现复合反射镜5包括镜面和漫反射二种反射方式的反射目标，这里的控制方式也可以理解为一台精密仪器的粗调和细调二个旋钮，通过互补方式来更好实现大范围跟踪，即开环控制；小范围精准调节，即闭环精调的功能；其中开环控制相当于系统粗调，保证定向镜面反射平行太阳光线穿过光线方向传感器11，而闭环控制相当于细调，精确实现太阳光定向复合反射控制。

[0038] 由于晚上自动跟踪系统在开环控制状态下仍然能够与太阳同步的运动，所以每天早晨一旦有太阳光照射到镜面反射镜13上时，其平行反射太阳光线一定穿过安装于反射光路上的光线方向传感器11，此时根据程序设计的闭环优先原则，开环控制系统让位于闭环控制系统，复合反射镜组在精确的控制和驱动下，复合反射光线沿着与光线方向传感器11光轴相同方向复合反射，实现太阳光直接加强照明系统功能。且入射太阳光愈强，漫反射的太阳光愈强，简称“自适应”特性，自动满足一定车速条件下亮度梯度技术要求，满足驾驶员眼睛的适应速度。一旦到了晚上或者白天但是阴天无太阳光照射的情况下，因为同时也不存在因为隧道外太阳光照射引起的亮度梯度，此时也就不需要该系统工作了。但是这种情况下自动控制系统中的控制方式又转换为开环控制方式继续工作，以此来保证复合反射镜负载的镜面反射光线始终处于与反射太阳光传感器光轴的夹角≤β，即保证跟踪目标始终处于光线方向传感器11的检测范围内。风速传感器12实时监测风速，如果偶然遇到风速超过设定值时，为了保护旋转架2及其安装在此的复合反射镜5安全，控制系统执行程序，强行把旋转架2调节为接近水平状态，如与水平面夹角小于等于20度，，从而保证其安全。在此期间太阳光照射强度通常也是大幅度减小，所以对于加强照明需求同样大幅度减小：即自动满足亮度梯度变化--自适应。

[0039] 本发明的装置及方法能够很好的应用于公路隧道进出口亮度过渡段，能够高效利用太阳光对隧道进出口进行照明，降低隧道进出口的亮度梯度，消除“黑洞”和“白洞”效应，另外，复合反射镜定向反射和漫反射太阳光且以漫反射为主，避免光线刺眼，提高驾驶安全性，节能环保，另外，装置整体位于隧道口外侧，处于自然环境中，通过不定期的玻璃表面受到雨水冲洗和风吹而达到自洁效果，有效解决了部分公路隧道运营管理中无高压水车定期冲洗能力导致太阳光直接加强照明系统无法正常工作问题，便于清洁，提高使用寿命，降低维护成本，结构简单，具有广阔地应用前景。

[0040] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽

管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的范围。

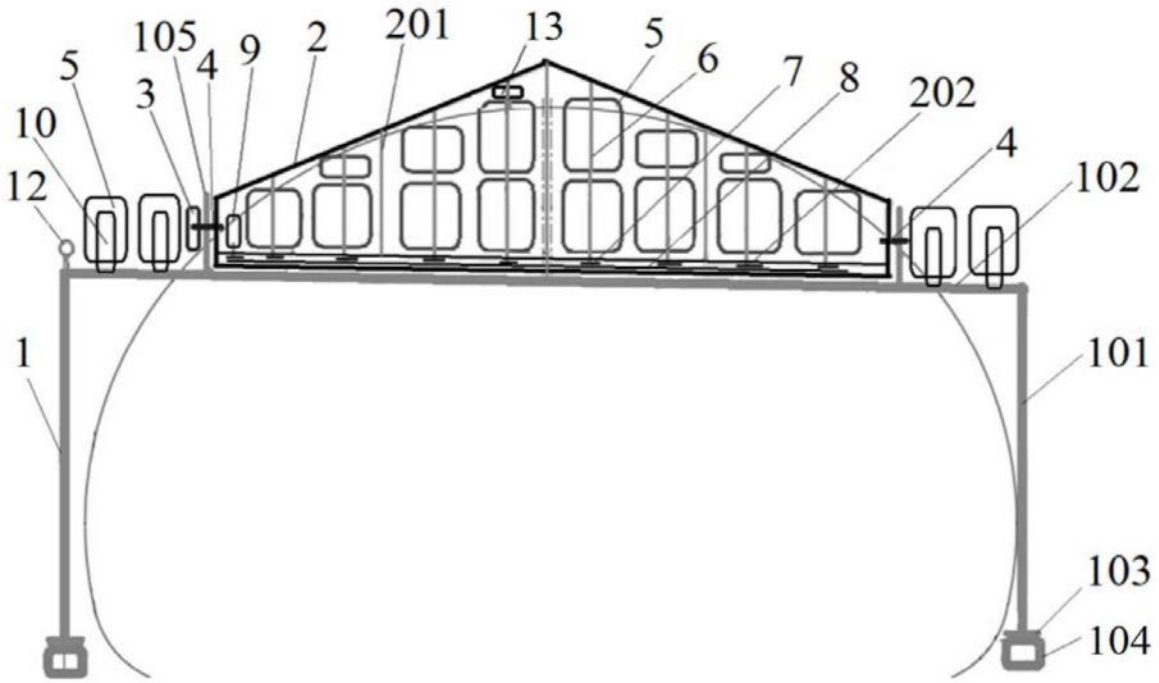


图1

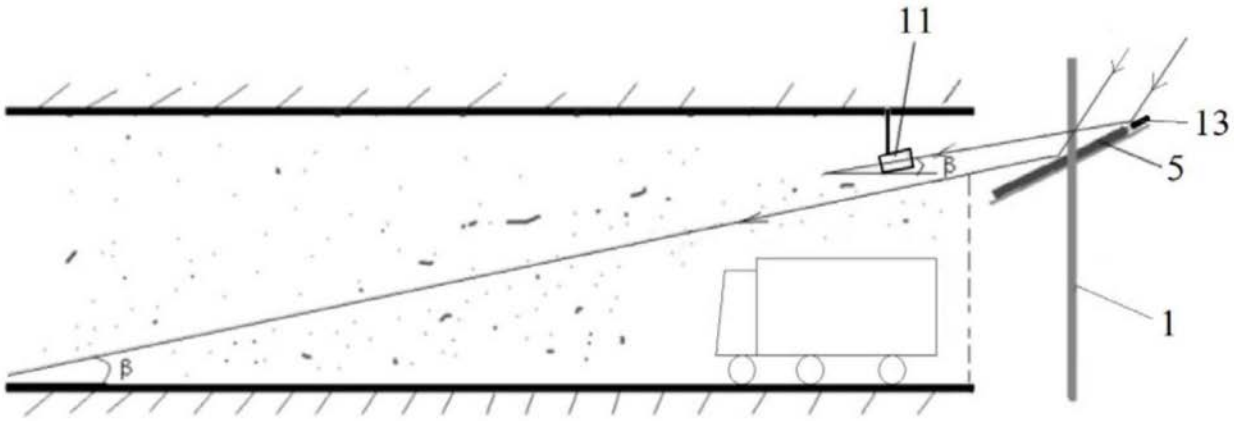


图2

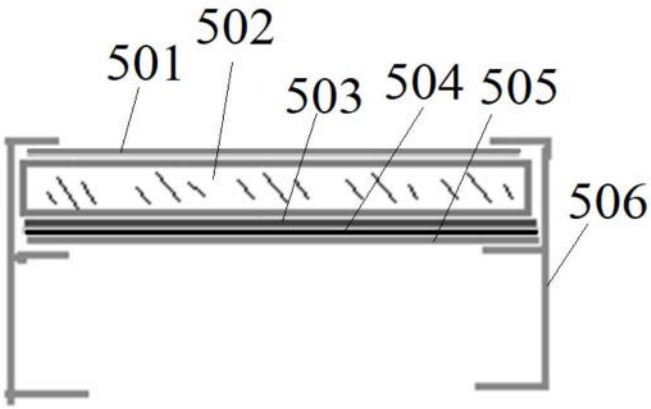


图3