



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111735024 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 07

(21) 申请号 202010627921.6  
 (22) 申请日 2020.07.01  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 111735024 A  
 (43) 申请公布日 2020.10.02  
 (73) 专利权人 安徽中益新材料科技股份有限公司  
 地址 239000 安徽省滁州市全椒县十谭现代产业园  
 (72) 发明人 冯守中 王军 李洁 高巍  
 冒卫星 屈双双  
 (74) 专利代理机构 合肥市科融知识产权代理事务所(普通合伙) 34126  
 专利代理师 宣圣义

(51) Int. Cl.  
 F21S 10/00 (2006.01)  
 F21V 7/24 (2018.01)  
 F21V 19/00 (2006.01)  
 F21V 23/00 (2015.01)  
 E01F 9/50 (2016.01)  
 E01F 9/547 (2016.01)  
 E01F 9/559 (2016.01)  
 F21Y 115/10 (2016.01)  
 F21W 131/101 (2006.01)

(56) 对比文件  
 CN 110081346 A, 2019.08.02  
 审查员 金曦

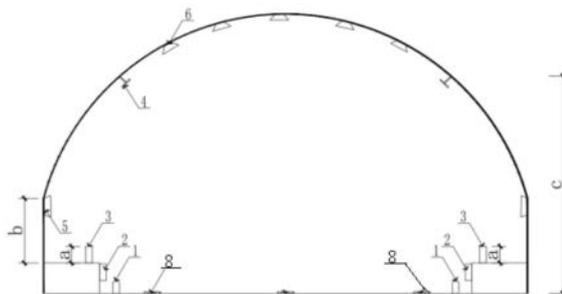
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统

(57) 摘要

本发明公开了一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其在公路隧道路面标线外的两边设置突起路标灯,检修道壁面二分之一高度处设置轮廓灯,检修道顶面设置方向灯,隧道的壁面设置壁面照明灯具,检修道上方的拱壁墙面上设置壁面轮廓标,隧道拱顶设置拱顶诱导标;轮廓灯和方向灯均由光源LED与逆反射材料构成,壁面轮廓标和拱顶诱导标由逆反射材料与高分子塑料或铝材构成,隧道进出口段和过渡段的照明,白天可实时控制,夜间则关闭壁面照明灯具,隧道基本段的壁面照明灯具昼夜开启。通过隧道壁面和拱顶的反射,利用颜色及壁面、拱顶与路面亮度的对比差,消除视觉疲劳,减少安全事故率。



1. 一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其特征在于:

1) 在公路隧道路面标线8外的两边设置突起路标灯,且突起路标灯的顶面高出路面2~2.5cm;在公路隧道两侧的检修道壁面二分之一高度处设置轮廓灯,在公路隧道两侧的检修道顶面设置高度为10~30cm的方向灯,在隧道两侧的壁面距路面2~5.5m高度的位置设置壁面照明灯具,在隧道两侧检修道上方的拱壁墙面50~70cm高度的位置上设置间距为8~32m的壁面轮廓标,在隧道拱顶沿隧道长度纵向间距4~40m、沿隧道横断面横向间距0.2~4m设置拱顶诱导标;

2) 所述突起路标灯、轮廓灯和方向灯均按8~16m的间距设置,突起路标灯沿公路隧道路面标线外的两边交错或对称设置,公路隧道标线外两边同边的突起路标灯与轮廓灯相间设置,公路隧道同边的突起路标灯与方向灯设置在相同断面的里程位置;

3) 上述轮廓灯和方向灯均由光源LED与逆反射材料构成,光源LED可延时发光,其光源光谱连续波长为470~600nm;轮廓灯和方向灯既具有照明功能,其光源背面又都具有逆反射作用,逆反射面兼具长余辉自发光性能,逆反射系数大于 $100\text{cd}\cdot\text{l}\cdot\text{x}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ,色温为2000k~3500k;壁面照明灯具为LED、FLED、DFLED普通照明器具,其色温为3000k~5500k;

4) 上述壁面轮廓标和拱顶诱导标由逆反射材料与高分子塑料或铝材构成,在观测角 $0.33^{\circ}$ 、入射角 $30^{\circ}$ 时的逆反射系数大于 $100\text{cd}\cdot\text{l}\cdot\text{x}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ,逆反射面积不小于 $10\text{cm}^2$ ,其具有逆反射和长余辉自发光的功能,自发光光谱主波长为480~580nm。

2. 根据权利要求1所述的一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其特征在于:所述设置在隧道拱顶的拱顶诱导标,安装时逆反射面正对隧道行车方向,且其与拱顶垂直法线夹角 $0\sim 20^{\circ}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其特征在于:所述逆反射材料为反光膜、反光棱镜片、自发光反光膜或自发光棱镜片中的一种。

4. 根据权利要求1所述的一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其特征在于:所述方向灯的光源为可调式。

5. 根据权利要求1所述的一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其特征在于:所述拱顶诱导标和壁面轮廓标形状可为矩形、园形、梯形或菱形几何形状中的一种。

## 一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及公路隧道安全运营领域,特别是一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统。

### 背景技术

[0002] 公路隧道运营中,隧道内需要不间断的照明,其照明耗电量大,且安全事故率多。目前公路隧道技术规范规定了路面照明亮度和路面照明均匀度,但试验表明公路隧道光环境质量不仅包括路面照明亮度和照明均匀度,还包括照明光源色温与照明亮度的关系、光源光谱波长及隧道拱顶和壁面与路面亮度的对比关系,在隧道照明环境中只要提高司驾者对路面小物体的可视距离,就可明显减少或消除隧道中的交通安全事故。研究表明:隧道的色温、照明亮度与人眼视觉的舒适关系极大(见图1)。目前,隧道照明技术规范虽然将隧道的照明分为进出口照明段、过度段照明段和基本段照明段,不同的照明段也设置了不同的照明亮度参数,但是没有考虑照明亮度、色温与人眼视觉舒适性的关系;同时,由于人眼感光锥细胞敏感光谱波长555nm、杆细胞敏感光谱波长507nm,而目前人造灯具的光源光谱却在480nm~580nm(见图2)且往往不连续,从而影响人眼的视觉距离,在相同路面亮度均匀度的状态下,即使自然光源的照明亮度小于各种灯具光源的照明亮度,但自然光源下人眼视觉距离仍是远大于后者;隧道内壁及拱顶的黑暗无光现象将会造成司驾人员的心理恐惧及压力,并产生视觉疲劳现象。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于根据隧道光环境色温、光谱波长、拱顶及壁面与路面亮度对比关系,路面亮度、路面照明均匀度的参数,提供一种能够确保隧道照明安全、舒适、高效节能,且能够提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统。

[0004] 其技术方案是:一种提高司驾视觉距离的公路隧道光环境系统,其特征在于:

[0005] 1)在公路隧道路面标线8外的两边设置突起路标灯,且突起路标灯的顶面高出路面2~2.5cm;在公路隧道两侧的检修道壁面二分之一高度处设置轮廓灯,在公路隧道两侧的检修道顶面设置高度为10~30cm的方向灯,在隧道两侧的壁面距路面2~5.5m高度的位置设置壁面照明灯具,在隧道两侧检修道上方的拱壁墙面50~70cm高度的位置上设置间距为8~32m的壁面轮廓标,在隧道拱顶沿隧道长度纵向间距4~40m、沿隧道横断面横向间距0.2~4m设置拱顶诱导标;

[0006] 2)所述突起路标灯、轮廓灯和方向灯均按8~16m的间距设置,突起路标灯沿公路隧道路面标线外的两边交错或对称设置,公路隧道标线外两边同边的突起路标灯与轮廓灯相间设置,公路隧道同边的突起路标灯与方向灯设置在相同断面的里程位置;

[0007] 3)上述轮廓灯和方向灯均由光源LED与逆反射材料构成,光源LED可延时发光,其光源光谱连续波长为470~600nm;轮廓灯和方向灯既具有照明功能,其光源背面又都具有逆反射作用,逆反射面兼具长余辉自发光性能,逆反射系数大于 $100\text{cd}\cdot\text{l}\cdot\text{x}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ,色温为

2000k~3500k;壁面照明灯具为LED、FLED、DFLED等隧道普通照明器具,其色温为3000k~5500k;

[0008] 4)上述壁面轮廓标和拱顶诱导标由逆反射材料与高分子塑料或铝材构成,在观测角 $0.33^{\circ}$ 、入射角 $30^{\circ}$ 时的逆反射系数大于 $100\text{cd}\cdot\text{l}\cdot\text{x}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ,逆反射面积不小于 $10\text{cm}^2$ ,其具有逆反射和长余辉自发光的功能,自发光光谱主波长为480~580nm。

[0009] 本发明的有益效果:(1)通过突起路标灯、轮廓灯、方向灯和壁面照明灯四位立体照明投射的方式,提高了隧道路面照明均匀度,使光环境具有层次感,可明显提高相同路面照明亮度状态下的物体可视距离;(2)通过不同照明段对不同光源色温的要求,保证了隧道不同照明段光环境色温与照明亮度的相匹配,提高了照明光环境的舒适性,消除了隧道照明环境中的阴暗压抑性和眩光目眩性;(3)保证光环境光谱波长在480~580nm间的连续性,有利于提高人眼对物体的可视距离;(4)通过壁面照明灯具与逆反射诱导参照系的结构耦合和照明与视觉诱导的结合,提高了隧道光环境的视觉亮度和隧道边界范围亮度的层次感,可明显减少司驾人员的心理压力,有利于视觉诱导;(5)通过突起路标灯、轮廓灯和方向灯的交错布设,其光源投射互补,不仅增加了路面亮度和均匀度,同时因其还具有逆反射功能,也增强了隧道内视觉参照系的反光亮度,增加了视觉诱导的层次感和安全边界效应;(6)壁面照明灯具与逆反射诱导标的布设间距遵循速度间距的频率0.5~2秒,这非常有利于消除视觉疲劳现象,保障了减少车速、车距的误判;(7)不同照明层次的光源投射和逆反射效果,有利于提高司驾者的精神兴奋,视觉参照系诱导行车的安全性;(8)针对白天、夜间视觉对光环境的不同需求,实时控制隧道进出口段、过渡段和基本段的照明,达到安全、舒适和高效节能目的。

## 附图说明

[0010] 图1是隧道光源色温、照明亮度与视觉舒适性关系示意图;

[0011] 图2是不同光源的光谱波长分布图;

[0012] 图3是本发明的构造设置和分布示意图;

[0013] 图4是突起路标灯的结构示意图;

[0014] 图5是轮廓灯的结构示意图;

[0015] 图6是方向灯3的结构示意图。

## 具体实施方式

[0016] 如图3所示,一种可提高司驾视觉距离的公路隧道光环境装置,

[0017] 在公路隧道路面标线8外的两边设置突起路标灯1,突起路标灯的顶面高出路面2~2.5cm;在公路隧道两侧的检修道壁面二分之一高度处设置轮廓灯2,在公路隧道两侧的检修道顶面设置高度a为10~30cm的方向灯3,在隧道两侧的壁面距路面3~5m高度的位置c设置壁面照明灯具4,在隧道两侧检修道上方的拱壁墙面50~70cm高度的位置b上设置间距为8~32m的壁面轮廓标5,在隧道拱顶沿隧道长度纵向间距4~40m、沿隧道横断面横向间距0.2~4m设置拱顶诱导标6。通过拱顶诱导标、壁面轮廓标及方向灯、轮廓灯和路面突起路标灯形成逆反射诱导及基本照明耦合系统,此系统满足隧道路面基本亮度和均匀度要求。同时,针对隧道进出口段及过度段白天需要加强照明的要求,在隧道壁面设置壁面照明灯具,

通过该光源的补充照明,以满足白天时隧道进出口及过度段路面对光强的要求。

[0018] 上述突起路标灯1、轮廓灯2和方向灯3均按8~16m的间距设置,突起路标灯沿公路隧道路面标线外的两边交错或对称设置,公路隧道标线外的两边同边的突起路标灯与轮廓灯2相间设置,公路隧道同边的突起路标灯与方向灯设置在相同断面的里程位置。

[0019] 上述突起路标灯1由底座13、外壳11和光源12构成(见图4)。其外壳为钢化玻璃、亚克力或透明ABS塑料,光源为LED或DFLED、色温2000~3500k,电压12V或24V。轮廓灯2和方向灯3均由光源LED或DFLED与逆反射材料构成,光源电压12V或24V,光源LED或DFLED可延时发光,其光源光谱连续波长为470~600nm。轮廓灯2的形状、结构见图5。其中,壳体21、逆反射材料23,光源22。方向灯3的形状、结构见图6。其中,底座31、支架35、方向调节装置34、逆反射材料33,光源32,通过方向调节装置34,可以调整方向灯的光源角度面向路面,作定向投射。上述逆反射材料为反光膜、反光棱镜片、自发光反光膜或自发光棱镜片中的一种,逆反射面为矩形或圆形中的一种,面积不小于 $10\text{cm}^2$ 。轮廓灯2和方向灯3既具有照明功能,其光源背面又都具有逆反射作用,逆反射面兼具长余辉自发光性能,逆反射系数大于 $100\text{cd}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ,色温为2000k~2500k;壁面照明灯具4为LED、FLED、DFLED等隧道普通照明器具,其色温为3500k~5500k;

[0020] 上述壁面轮廓标5和拱顶诱导标6由逆反射材料与高分子塑料或铝材构成,其在观测角 $0.33^\circ$ 、入射角 $30^\circ$ 时的逆反射系数大于 $100\text{cd}\cdot\text{lx}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ,逆反射面积不小于 $10\text{cm}^2$ ,其具有逆反射和长余辉自发光的功能,自发光光谱主波长为480~580nm。拱顶诱导标和壁面轮廓标形状可为矩形、园形、梯形、菱形等各种几何形状中的一种。设置在隧道拱顶的拱顶诱导标6,安装时逆反射面正对隧道行车方向,且其与拱顶垂直法线夹角 $0\sim 20^\circ$ 。

[0021] 使用时,根据隧道洞外亮度,白天实时控制隧道进出口段和过渡段的突起路标灯1、轮廓灯2、方向灯3和照明灯具4的照明亮度,夜间则关闭照明灯具,利用突起路标灯、轮廓灯和方向灯进行照明或只利用突起路标灯、轮廓灯和方向灯的逆反射进行诱导。设置在隧道基本段的照明灯具则昼夜24小时开启或只利用突起路标灯和轮廓灯及方向灯的逆反射进行诱导,以保证路面基本亮度;再通过隧道壁面和拱顶的反射,利用颜色及壁面、拱顶与路面亮度的对比差,消除视觉疲劳,减少安全事故率。

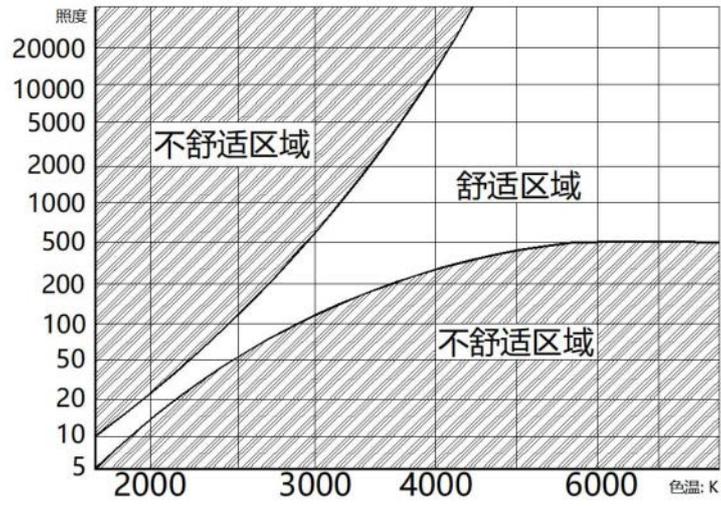


图1

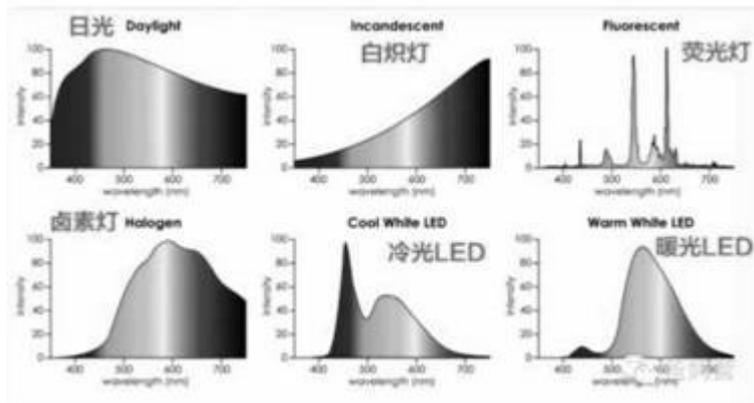


图2

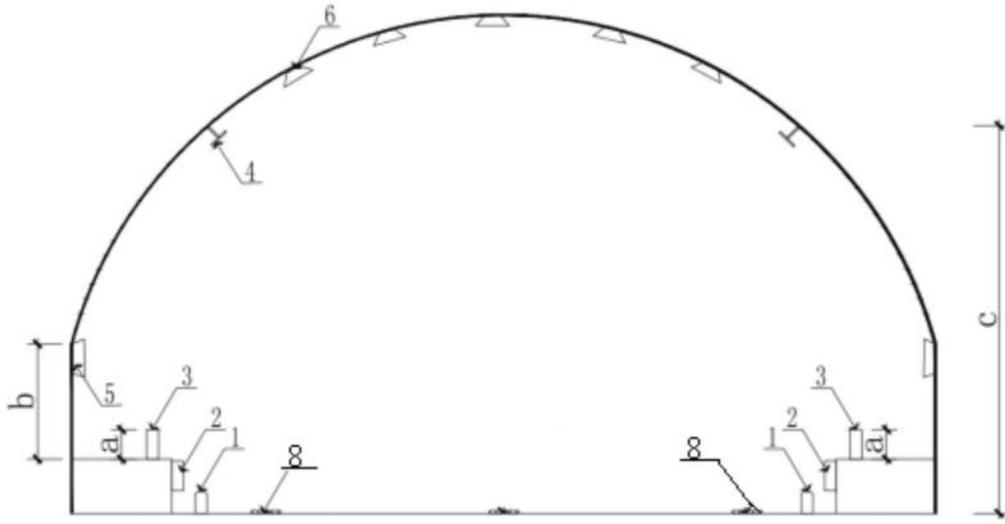


图3

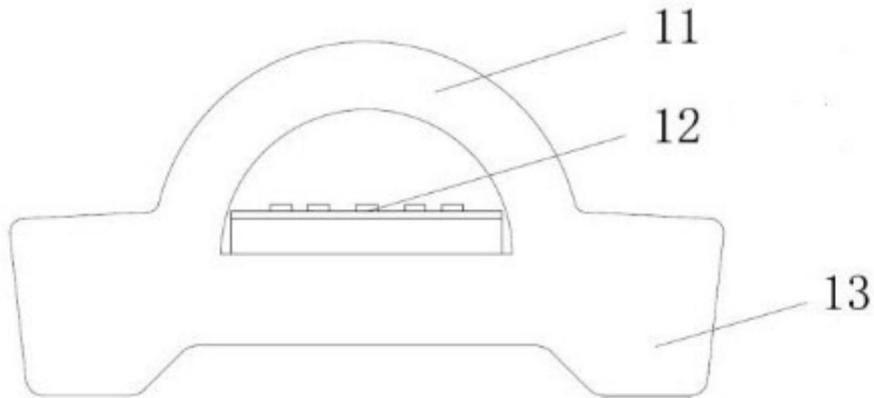


图4

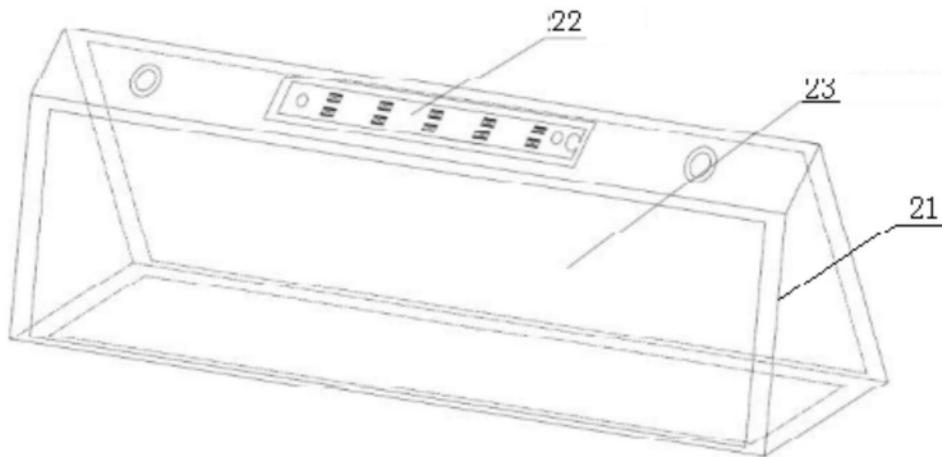


图5

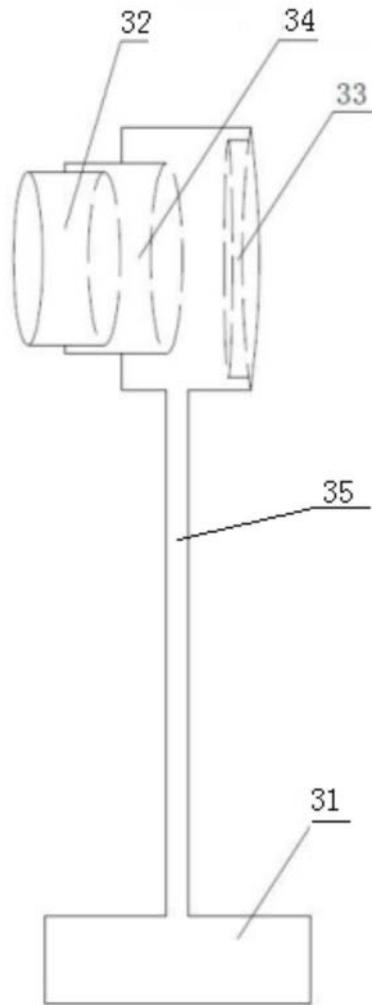


图6