



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102798065 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201210334282. X

(22) 申请日 2012. 09. 11

(71) 申请人 深圳大学

地址 518060 广东省深圳市南山区南油路
2336 号

(72) 发明人 赵海天

(51) Int. Cl.

F21S 8/08(2006. 01)

F21V 14/00(2006. 01)

F21V 23/00(2006. 01)

F21W 131/103(2006. 01)

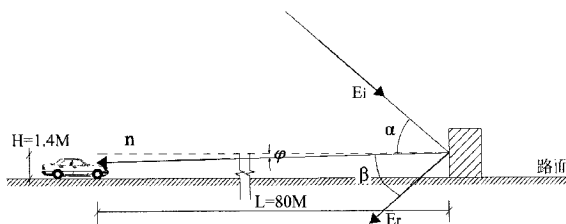
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种低灯位多维道路照明方式

(57) 摘要

本发明提出一种低灯位多维道路照明方式,由多个维度的照明分量构成,包括:逆向照明分量、同向照明分量、横向照明分量和竖向照明分量。各照明分量在照明功能、光色范围、照射方向、照射空间上各自独立、可单独调整;根据任务性质,各分量均拥有低位安装的、独立运行的专用光源与灯具。分别承担路面照明、空间照明和复杂天气照明和指示照明任务。在每一项任务中,使其效能最大化,从而使总体照明达到综合最优化。本发明克服了传统高灯位照明方式和现有低灯位照明方式存在的弊端,使上述不同用途光源与灯具各司其职,有效解决了眩光、无效照明和纵向均匀度差等问题,大大提高了照明效率。本发明是基于小功率高光效光源自身特点进行的自主型应用研发,根本上摆脱了传统投光灯的照明方式,也跳出了用 LED 灯简单替换 HPS 灯的模式。



1. 一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:该照明方式由多个维数的照明分量构成,包括一维逆向照明分量、一维同向照明分量、一维横向照明分量和一维竖向照明分量,各分量均拥有自己的光源和灯具。

2. 根据权利要求1所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述多个维数的照明分量在照明功能、光色范围、照射方向、照射空间上各自独立、可单独调整;在控制方式上,各照明分量可单独运行或组合运行;在运行模式上,可采用通常模式或节能模式;将不同控制方式与运行模式优化组合,能发挥出更高效能。

3. 根据权利要求1所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述各照明分量的光源与灯具,均独立运行;灯具在快速路两侧安装,高度不高于1.5m,单独设置或集成一体。

4. 根据权利要求1所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述逆向照明的基本原理为:路面是驾驶员观察前方障碍物的主要背景,提供必要的路面亮度是道路照明的基本要求,减少眩光及提高亮度均匀度是道路照明的重要任务;发明人的研究表明:当光源以投光角度接近平行于路面(低灯位)、照射方向与车行方向相反(逆向照明)照射前方路面时,驾驶员视线方向上可获得较高的路面反射亮度、较高的亮度均匀度且能够控制眩光在较小值;本发明中,逆向照明分量的功能是提供必要的路面亮度、较高的亮度均匀度且控制眩光在较小值;用于逆向照明的光源,色温不高于4000K,高度低于机动车驾驶员视平线,照射方向与所在车道车行方向相反,照射范围水平方向分别为 90° 至 180° 及 180° 至 270° ,垂直方向 180° 至 220° ,照射空间为灯高位置下方空间及路面,无仰角散射;运行模式为通常模式(在正常开灯时间内常全开)或节能模式(通常模式基础上调光)。

5. 根据权利要求1所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述同向照明的基本原理为:提高路面背景与前方障碍物之间的亮度对比、色度对比和光源显色性有利于提高障碍物的可见度水平;发明人的研究表明:当光源以投光角度接近平行于路面(低灯位)、照射方向与车行方向相同(同向照明)照射前方空间时,驾驶员视线方向上可获得较高的障碍物反射亮度;本发明中,同向照明分量的功能是以较高显色性的光源,为机动车驾驶员提供道路前方的空间照明,在与低灯位逆向照明分量共同使用时,通过加强路面背景与前方障碍物之间的亮度对比、色度对比来提高障碍物的可见度水平;用于同向照明的光源,高度在机动车驾驶员视平线附近,色温高于逆向照明分量,显色指数大于70,照射方向与所在车道的车行方向相同,照射范围水平方向分别为 0° 至 90° 及 270° 至 0° ,垂直方向 0° 至 40° ,照射空间为灯高位置上方空间,与逆向照明分量无交集;运行模式为通常模式(在正常开灯时间内分时段全开)或节能模式(通常模式基础上调光)。

6. 根据权利要求1所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述横向照明的基本原理为:在雨、雾、霾、烟等天气情况下,光源射向机动车前方空间的入射光会形成“白(雾)墙”现象,同时,部分反射光为悬浮在空气中的气溶胶分子团所吸收和散射,致使机动车前方障碍物的可见度降低;当入射光和驾驶员视线之间的夹角接近垂直时,可有效克服“白(雾)墙”现象,是解决雾天道路照明的有效方法;本发明中,横向照明分量的功能是提供照射方向与驾驶员的视线方向近于垂直的空间照明,提高复杂天气情况下前方障碍物的可见度水平;用于横向照明的光源与灯具,具较高穿透力之光谱,其照射方向与所在车

道的车行方向垂直,照射范围水平方向分别为 0° 至 180° 及 180° 至 0° ,与路面平行,照射空间为灯高位置上、下方空间及路面,与逆向照明、同向照明分量有交集;运行模式为通常模式(正常天气下不开,仅在雨、雾、烟、霾天气时全开)或节能模式(通常模式基础上调光)。

7. 根据权利要求 1 所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述竖向照明的基本原理为:路面发生事故,需要指示方位时,一束穿透力强的竖直光可在照射地点形成局部地标;本发明中,竖向照明分量的功能是提供指示照明,当发生事故需要救援时,在空中明确的标示出事故方位;用于竖向照明的光源与灯具,其照射方向与路面垂直,照射范围 87° 至 93° ,照射空间为道路上方,与其它照明分量无交集,光源光色为单色或多个光色相间;运行模式为平时不开,仅在特殊需要情况下手动开启。

8. 根据权利要求 1 所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:对于非水平路段,由于可视距离变短,功率密度较水平路段功率密度加大;对于非直线路段,由于可视距离变短,功率密度较直线路段功率密度加大。

9. 根据权利要求 1 所述的一种低灯位多维道路照明方式,其关键技术在于限制眩光;限制用于逆向照明的光源对于本行车方向构成的眩光的措施,是灯具上采用上截光遮光板及合理配光;限制用于同向照明、横向照明的光源对于对面行车方向构成的眩光的措施,是在中间隔离带上加装百叶式防眩光格栅。

10. 根据权利要求 1 所述的一种低灯位多维道路照明方式,其特征在于:所述该照明方式具有开放性,上述多个维数的照明分量构成基础照明,进一步完善照明功能的措施是加入更多维照明分量。

一种低灯位多维道路照明方式

技术领域

[0001] 本发明是发明人系列发明——“多维道路照明体系”的第一部分，涉及一种新型道路照明方式，具体是一种低灯位多维道路照明方式。

背景技术

[0002] 目前，快速道路及高速公路照明普遍照明方式是采用高灯位路灯，光源为 HPS，安装高度 10m 左右，安装间距 30m 左右，单灯功率 250W 左右，这种照明方式构成目前主流照明方式。该照明方式技术成熟，但是由于灯位高，单灯功率大，存在以下问题：

[0003] 1、眩光问题

[0004] 道路照明设计规范要求采用截光、半截光型路灯来减少眩光。这一措施，可以限制眩光但无法消除眩光。产生眩光的原因是：以截光型灯具（包括 HPS 灯和 LED 灯）为例，其光路主要照射部分并不投射到机动车驾驶员眼中，从这个意义上说，截光型灯具基本避免了直接眩光。但是，该型灯具总是存在一个亮度很高的发光面，由于该发光面与驾驶员之间存在高度差 H ，则总存在视角 α 使得驾驶员可直视该发光面，感觉到来自前上方的路灯发光面的眩光（见附图 1）。这一眩光不是传统意义上的直接眩光，但仍然属于失能眩光。

[0005] 该眩光存在的充分条件是： $\alpha > 0$ 。

[0006] 要改变 α 大于 0，有两种措施。其一是把灯具倾斜放置，使灯具的发光面与驾驶员向前上方的视线平行（见附图 2），从而使 α 角为 0。但机动车在运动时 α 角的大小在时刻变化，故这种方法无法消除本行车方向但不同位置的车辆的眩光；同时，这一倾斜的“发光面”会照射到对面行车方向，反而加强了对面行车方向的眩光，因此不可取。

[0007] 另一种措施是降低路灯高度，当路灯高度与驾驶员眼高相同时，使 α 角为 0。但这会带来配光等一系列问题，特别是将现有的 250W-400W HPS 路灯高度降至驾驶员眼部高度显然是不可行的。

[0008] 因此，采用高灯位照明方式的道路都存在来自行车方向前上方的失能眩光。

[0009] (2) 无效照明问题

[0010] 为提高照度均匀度，高灯位照明方式将光源以下空间尽可能均匀照亮，形成如附图 3 所示的光幕区。

[0011] 对于封闭的快速道路，机动车驾驶员仅需观察路面及道路前方情况而不需要同时观察道路内外的目标情况。因此，道路照明并不需要路面上方接近 10m 高的光幕空间，其光幕空间可降低至一半甚至更低，驾驶员识别道路路面和前方障碍物主要依靠这一光幕空间内的照明，我们将这一高度内的光幕空间称为有效光幕区域，只有有效光幕区内的照明才有意义。显然，现行高灯位照明方式存在大比例的无效光幕区。

[0012] 同时，根据余弦定律，可以证明，即使在有效光幕区域内，现行高灯位照明方式也存在大比例的无效照明分量。

[0013] 事实上，只有有效光幕区域内的有效照明分量是有效照明。无效照明包括无效光幕区的照明及有效光幕区域内的无效照明分量。

[0014] 另一方面,根据平方反比定律,现行高灯位照明的照度垂直分布规律是上亮下暗。这使得处于上部的无效光幕区的照度会高于位于下部的有效光幕区的照度。这显然与驾驶员观察所需要的上暗下亮的照明基本需求相悖。

[0015] 因此,现行主流照明方式都存在大比例无效照明及违背照明基本需求的问题。

[0016] (3) 可见度低下问题

[0017] 高灯位路灯的安装间距 30m 左右,这使得机动车行进方向的垂直照度难以均匀(此非水平照度意义上的“斑马线”)。有研究指出,在部分区域的垂直照度非常弱,甚至接近于零。

[0018] 我们知道,前方目标物表面亮度与空间垂直照度存在准线性正相关关系,而亮度与前方目标可见度在中间视觉范围亦分段的呈现正相关关系,见附图 4。

[0019] 从图 4 中可以看出,当平均亮度降至 $0.1-0.5\text{cd}/\text{m}^2$ 时,可见度将降至 20% 以下。

[0020] 这表明高灯位路灯照明方式下,存在可见度特别低的区域。

[0021] 垂直照度不均匀还将导致行车方向前方空间亮度不均匀(忽明忽暗),亦会降低前方目标的可见度 RP 值,如附图 5 所示。垂直照度的不均匀,一方面将导致部分暗区可见度较低,同时也引起整体可见度的降低。

[0022] 上述分析表明,现行普遍道路照明方式(高灯位照明方式)是存在这 3 个问题的根本原因,该方式不可能解决眩光、无效照明和可见度低下问题。

[0023] 高灯位照明方式是随着高电压气体放电(包括 HPS)光源的应用而诞生的,并已暴露出明显的弊端;随着 LED 等新型光源的发明也必然会产生新的更为先进的照明方式。

[0024] LED 光源的出现,的确为解决上述问题提供了契机。

[0025] LED 具有亮度高、体积小、显色性高、低压安全和可分散安装等特点,这为从另一途径解决三个问题提供了合适的光源。

[0026] 但是,目前 LED 应用与研发主要是用 LED 与传统光源进行简单的替换,几乎所有 LED 厂家统统沿用传统路灯的设计思路,追求几十瓦、上百瓦的大功率 LED 路灯以求与目前的 HPS 灯造型、安装方式完全相同或兼容,导致当前 LED 路灯及安装方式几乎全部以适用于 HPS 光源的“蛇头(平板蛇头)灯”为标准进行设计和制造,而非以 LED 发光规律为出发点进行研发。

[0027] 我们知道,小功率的 LED 光源适宜分散安装,也没有突出的散热问题。但大功率 LED 路灯的集中、高灯位照明则带来了散热不良、耐久性不好和维修不便等本不该出现的问题,由此引发了一系列的功能与质量问题,反而导致 LED 路灯在照明工程界受到质疑。

[0028] 事实上,以 LED 光源替换 HPS 光源并不是照明方式的改变,也不可能解决高灯位照明方式存在的上述 3 个问题。

[0029] 以简单替换为特征的上百瓦、高灯位的 LED 路灯照明不但没有解决传统 HPS 路灯存在的问题,反而增加了散热等新问题,这表明目前 LED 路灯照明需要走出简单替代的模式,进行以体现 LED 自身特点、发挥 LED 优点为目的的自主型研发。

[0030] 近期,低灯位路灯照明方式开始出现。低灯位路灯照明中,灯具直接安装在道路护栏、隔离带上,向路面投光,以满足路面必要的照明需求。

[0031] 专利 CN201110175282.5 中公布了一种双向低位 LED 道路灯,该灯采用 LED 作为光源,实际上只是普通护栏灯,主要差别是普通护栏灯单侧照明,而该灯可向两侧照明。实践

已证明,护栏灯不能满足快速道路照明规范所规定的指标。

[0032] 专利(ZL 200720095548.4)CN201014304Y 则公开了一种低安装高度路灯,采用 MH 灯作为光源,安装间距为 8m 至 11m,安装高度在 1.2m 以内。该低灯位照明部分克服了高灯位照明方式存在的较大的无效光幕区问题;如采用 LED 光源,可部分解决大功率 LED 光源的散热问题等。但仍存在以下问题:

[0033] 1、照明效率低下

[0034] 该低灯位照明方式,虽然一定程度上克服了高灯位照明存在较大的无效的照明空间的问题,但由于光源之间的间距变小,其结果是横向照明分量加大,逆向、正向照明分量很小。分析表明,横向照明分量主要对于提高在非正常天气情况下路面上物体的可见度水平有效,横向照明对于正常天气情况下驾驶员观察前方道路及障碍物所要求的提供路面基本亮度、形成前方物体表面亮度以及提高前方物体与路面背景之间的亮度对比贡献很小,并非路面照明的有效方式。

[0035] 事实上,CN 201014304Y 公开的照明方式在照明节能的主要指标——功率密度上并不比现行高灯位照明方式有明显优势。

[0036] 2、可见度水平低下

[0037] 该低灯位照明方式,逆向、同向照明分量采用同一光源与灯具,色度相同、照射空间不独立,在路面背景与前方物体之间无法形成较高的亮度对比与色度对比,并且路面的亮度均匀度较低,导致前方物体的可见度水平较低。

[0038] 3、该低灯位照明方式,全部光照集中于路面 1.5m 高度以下,不能为驾驶员提供观察前方障碍物所必须的空间照度。

[0039] 4、该低灯位照明方式,并不能真正消除眩光,在驾驶员视域范围内,仍能感到来自于前侧方灯具“发光面”的眩光(因安装高度在 1.2m)。

[0040] 5、该低灯位照明方式,存在“频闪”问题,易造成驾驶员视觉疲劳。

[0041] 综上所述,上述高灯位照明与低灯位照明两种照明方式,在本质上仍然是一个灯同时承担了路面照明、空间照明、复杂天气照明三重任务,它们在空间上、时间上相互制约,不可能均达到最佳;在逻辑上,只有将上述任务分解,由各自独立的小功率、高效能光源、灯具和照明控制系统来完成,分别控制,独立运行,才可能在路面照明、空间照明、复杂天气照明方面分别做到最佳,从而达到总体最佳,从而大大提高照明效率,提高可见度水平,节约能源。

发明内容

[0042] 本发明综合了快速道路照明的多重需求 7 项,特殊问题 2 项。在此基础上,发明人提出以下相关对策,见下表。

[0043] 照明需求:

[0044]

	照明需求	需求描述	相关对策
1	提供路面基本照明	规范要求：路面亮度指标	低灯位逆向照明
2	提供前方空间照明	规范要求：垂直照度指标	低灯位同向照明
3	限制影响本车行方向驾驶员的眩光	低灯位逆向照明产生的眩光	设置水平上截光并合理配光
4	限制影响对面车行方向驾驶员的眩光	低灯位同向照明、横向照明产生的眩光	设置截光型隔离带
5	提高物体可见度	亮度、色度对比	加强路面照明与前方空间照明之间亮度、色度对比
6	加强复杂天气照明	雨、雾、烟、尘等	低灯位横向照明
7	提供事故位置	高亮度垂直于路面的窄光束	竖向照明

[0045] 特殊问题：

[0046]

	照明问题	问题的描述	相关对策
1	光源热管理	光源发热与散热	采用对流（散热片）方式通风
2	特殊路段： 坡道、弯道	可视距离变短	功率密度加大并加强路面亮度；

[0047] 本发明提出一种新型道路照明方式——一种低灯位多维道路照明方式，该照明方式由多个维数的照明分量构成，包括一维逆向照明分量、一维同向照明分量、一维横向照明分量和一维竖向照明分量，各分量均拥有自己的光源和灯具。

[0048] 所述多个维数的照明分量在照明功能、光色范围、照射方向、照射空间上各自独立、可单独调整；在控制方式上，各照明分量可单独运行或组合运行；在运行模式上，可采用通常模式或节能模式；将不同控制方式与运行模式优化组合，能发挥出更高效能。

[0049] 所述各照明分量的光源与灯具，均独立运行；灯具在快速路两侧安装，高度不高于 1.5m，单独设置或集成一体。

[0050] 所述低灯位逆向照明依据的基本原理为：路面是驾驶员观察前方障碍物的主要背景，提供必要的路面亮度是隧道照明的基本要求，减少眩光及提高亮度均匀度是隧道照明的重要任务。当路灯位于道路两侧，以与车行方向相反的照射方向朝机动车前方路面投光，并规则反射，若不计光线空气传输中的能量损失，则光源在驾驶员眼视轴方向的照度分量为（见附图 6）：

[0051]

$$E_e = E_r \cdot \cos\theta \cdot \sin(\alpha + \varphi)$$

[0052] E_r ：光源在路面上的反射照度矢量；

[0053] E_e ：路面反射照度在驾驶员眼视轴方向的分量；

[0054] α ：光源的入射角，即路面法线与光源投光方向之间的夹角；

[0055] φ ：机动车驾驶员视线方向与路面之间的夹角，取 $\varphi = 1^\circ$ ；

[0056] θ ：光源投光方向所在平面与驾驶员视线方向所在平面的夹角。

[0057] 当 $\alpha \rightarrow 89^\circ$ 时， $E_e \rightarrow E_r \cdot \cos\theta$ ，即光源高度降低时，路面反射在观察视线上的光辐射量将增大；在道路照明中，高位安装的光源的 α 角远小于低位安装的光源的 α 角，故高灯位照明时路面反射照度在驾驶员眼视轴方向的分量亦远小于低灯位照明。

[0058] 当 $\theta \rightarrow 90^\circ$ 时，光源照射方向与车道垂直，此时， $E_e \rightarrow 0$ ，照明效率极低。

[0059] 光源在路面上的真实反射为非规则反射,非规则反射是规则反射和漫反射的叠加,遵从朗伯定律。

[0060] 上述分析表明,当光源以投光角度接近平行于路面(低灯位)、照射方向与车行方向相反(逆向照明)照射前方路面时,驾驶员视线方向上可获得较高的路面反射亮度、较高的亮度均匀度且能够控制眩光在较小值;本发明中,逆向照明分量的功能是提供必要的路面亮度、较高的亮度均匀度且控制眩光在较小值;用于逆向照明的光源,色温不高于4000K,高度低于机动车驾驶员视平线,照射方向与所在车道车行方向相反,照射范围水平方向分别为 90° 至 180° 及 180° 至 270° ,垂直方向 180° 至 220° (见附图7),照射空间为灯高位置下方空间及路面,无仰角散射(见附图8);运行模式为通常模式(在正常开灯时间内常全开)和节能模式(通常模式基础上调光)两种。

[0061] 所述低灯位同向照明基本原理为(见附图9):

$$[0062] \quad E_e = E_r \cdot \cos \alpha \cdot \cos \beta$$

[0063] E_r :光源在障碍物表面的反射照度矢量;

[0064] E_e :障碍物表面的反射照度在驾驶员眼视轴方向的分量;

[0065] α :光源的入射角,即路面与光源投光方向之间的夹角;

[0066] β :反射照度矢量与驾驶员眼视轴之间的夹角。

[0067] 当 $\alpha \rightarrow 0^{\circ}$ 时及 $\beta \rightarrow 0^{\circ}$ 时, $E_e \rightarrow E_r$,即观察视线上的光辐射量 E_e 将取得最大值;上述分析表明,当光源以投光角度接近平行于路面(低灯位)、照射方向与车行方向相同(同向照明)照射前方空间时,驾驶员视线方向上可获得较高的障碍物反射亮度;本发明中,同向照明分量的功能是以较高显色性的光源,为机动车驾驶员提供道路前方的空间照明,在与低灯位逆向照明分量共同使用时,通过加强路面背景与前方障碍物之间的亮度对比、色度对比来提高障碍物的可见度水平;用于同向照明的光源,色温高于逆向照明分量,显色指数大于70,高度在机动车驾驶员视平线附近,照射方向与所在车道的车行方向相同,照射范围水平方向分别为 0° 至 90° 及 270° 至 0° (见附图10),垂直方向 0° 至 40° (见附图11),照射空间为灯高位置上方空间,与逆向照明分量无交集;运行模式为通常模式(在正常开灯时间内分时段全开)和节能模式(通常模式基础上调光)。

[0068] 所述横向照明依据的基本原理为:在雨、雾、霾、烟等天气情况下,机动车远光灯的效率显著变低的原因是在机动车前方的空气中聚集了大量悬浮状的气溶胶分子团。这导致一方面部分射向机动车前方物体的入射光还未到达物体便被光路上的水分子团所吸收和散射,其散射部分形成白雾幕,即“白(雾)墙效应”,致使驾驶员看不清道路前方的障碍物;另一方面是到达机动车前方物体的入射光经反射后的光为悬浮在空气中的气溶胶分子团所吸收和散射,减弱了反射光的亮度与对比度,致使机动车前方障碍物的可见度大大降低。当入射光和驾驶员视线之间的夹角接近垂直时,可有效克服“白(雾)墙”现象,是解决雾天道路照明的有效方法;本发明中,横向照明分量的功能是提供照射方向与驾驶员的视线方向近于垂直的空间照明,提高复杂天气情况下前方障碍物的可见度水平;用于横向照明的光源与灯具,具较高穿透力之光谱,其照射方向与所在车道的车行方向垂直,照射范围水平方向分别为 0° 至 180° 及 180° 至 0° ,与路面平行(见附图12),照射空间为灯高位置上、下方空间及路面,与逆向照明、同向照明分量有交集;运行模式为通常模式(正常天气下不开,仅在雨、雾、烟、霾天气时全开)和节能模式(通常模式基础上调光)两种。

[0069] 所述竖向照明依据的基本原理为：路面发生事故，需要指示方位时，一束穿透力强的竖直光可在照射地点形成局部地标；本发明中，竖向照明分量的功能是提供指示照明，当发生事故需要救援时，在空中明确的标示出事故方位；用于竖向照明的光源与灯具，其照射方向与路面垂直，照射范围 87° 至 93° ，（见附图 13），照射空间为道路上空，与其它照明分量无交集，光源光色为单色或多个光色相间；运行模式为平时不开，仅在特殊需要情况下手动开启。

[0070] 所述低灯位多维道路照明方式，对于非水平路段，由于可视距离变短，功率密度较水平路段功率密度加大；对于非直线路段，由于可视距离变短，功率密度较直线路段功率密度加大。

[0071] 所述低灯位多维道路照明方式的关键技术在于限制眩光；限制用于逆向照明的光源对于本行车方向构成的眩光的措施，是灯具上采用上截光遮光板及合理配光；限制用于同向照明、横向照明的光源对于对面行车方向构成的眩光的措施，是在中间隔离带上加装百叶式防眩光格栅。

[0072] 所述低灯位多维道路照明方式具有开放性，上述多个维度的照明分量构成基础照明，进一步完善照明功能的措施是加入更多维照明分量。

[0073] 本发明的有益效果在于：将传统的道路照明方式加以分解为多维照明，构成逆向照明分量、同向照明分量、横向照明分量和竖向照明分量。分别承担路面照明、空间照明和复杂天气照明和指示照明任务。根据任务性质，设置专用的光源与灯具，以提高驾驶员辨识力为目标，以功率密度（大大低于现行 HID 灯及 LED 灯高灯位照明方式的功率密度）及无路灯照明眩光为两个约束条件，在中间视觉理论指导下，在每一项任务中，不同用途光源与灯具各司其职，独立控制，使其效能最大化，从而使总体照明达到综合最优化。

[0074] 基于低灯位多维道路照明方式消除眩光的机理是，传统高灯位照明只在灯具设计上做文章，多维照明体系消除眩光关键是采用综合措施，在设计灯具遮光罩的同时设置遮光型隔离带，遮挡住对面行车的眩光。

[0075] 本发明具有以下比较优势：

[0076] 1、与高灯位照明方式比较

[0077] 1) 节能

[0078] 高灯位照明方式存在较大的无效的照明空间，在有效照明的空间内，也存在较大的无效照明分量，从而导致高灯位照明方式的照明效率低下，其本质是照射空间过大，照到非必须的区域，照射方向也不合理；本发明提出的多维照明方式中，提高照明效率的途径一是大大缩小了照明区域，并使照度分布合理；对于路面照明，低灯位逆向照射方式的效率远高于现行的普遍照明方式，对于前方障碍物照明，低灯位同向照射方式的效率远高于现行的普遍照明方式。上述两种方式结合，光源与灯具各司其职，功率密度将比现行高灯位照明方式大为降低。

[0079] 2) 降低眩光

[0080] 高灯位照明方式下，逆向投光分量会导致本行车方向上车行前上方的直接眩光，同向投光分量则导致对面行车方向上车行前上方的直接眩光的根本原因是光源位于驾驶员视平线之上并向下方投光，因而直接暴露于驾驶员前方视域内；本发明提出的多维照明方式中，光源位于驾驶员视平线之下并向下方投光，并采取上截光措施；光源位于驾驶员视平线

附近并向上投光,并采取下截光措施。上述两种投光与截光措施可避免光源直接暴露于驾驶员前方视域内,比现行高灯位照明方式显著降低眩光指数。

[0081] 3) 提高可见度

[0082] 由于多维照明方式分离了逆向照明分量、同向照明分量的照射空间并单独调光,可形成较强的路面背景与前方物体之间的亮度对比;另外,通过对于逆向照明分量、同向照明分量的色度单独控制来加强色度对比;上述两种措施都将比现行高灯位照明方式提高前方物体的可见度水平。

[0083] 4) 本发明与传统高灯位相比无需高灯杆,现场装配简单,同时便于日常维护,不必为了更换灯具而封闭车道,无论从一次投资还是从运行成本上衡量,都比目前普遍的道路照明体系大大降低。

[0084] 2、与现有低灯位照明方式比较

[0085] 本发明与在 CN 201014304Y 公开的低安装高度路灯发明相比,首先,在照明原理、主要功能、照射方向、照射空间和运行方式几个基本特征完全不同。本发明中逆向照明分量的功能是提供前方道路的路面照明,用于逆向照明的光源与灯具,其照射方向与所在车道的车行方向相反,照射空间为灯高位置下方空间及路面;同向照明分量的功能是为机动车驾驶员提供道路前方的空间照明,用于同向照明的光源与灯具,其照射方向与所在车道的车行方向相同,照射空间为灯高位置上方空间;上述两个照明分量承担了正常天气条件下道路照明的全部任务。

[0086] 不难看出,在 CN 201014304Y 公开的低安装高度路灯发明的照明方式仅与本发明的一维分量——横向照明分量相近,而本发明中的横向照明分量不参与正常天气条件下道路照明而仅作为辅助的照明分量,功能是提高复杂天气情况下的可见度水平。在运行方式上,横向照明在正常天气下不开灯,仅在雨、雾、烟、霾天气时开;由于本发明中承担正常天气条件下路面照明的逆向照明分量的照射方式是逆向无仰角散射,使得驾驶员视线方向的路面亮度大大提高,眩光大大降低,纵向均匀度亦有显著提高。而同向照明分量在与逆向照明共同使用时,照射方向、照射空间与逆向照明分量无交集,因此可通过加强与路面背景的亮度对比和色度对比来提高前方物体的可见度水平;这是在 CN 201014304Y 公开的低安装高度路灯发明中无法做到的。

[0087] 综上所述,本发明是基于小功率高光效光源自身特点进行的自主型应用研发,克服了传统高灯位照明方式和已有的低灯位照明方式存在的弊端,在解决眩光、无效照明和纵向均匀度差等问题、显著提高照明效率、大幅度降低能耗的同时具有良好的路面亮度、纵向均匀度和诱导性,并且不存在“频闪”问题。

附图说明

[0088] 图 1 是现行高灯位照明方式存在眩光示意图 ; ;

[0089] 图 2 是无法消除眩光的示意图 ;

[0090] 图 3 是高灯位照明光幕示意图 ;

[0091] 图 4 是路面平均亮度与可见度 RP 的关系 ;

[0092] 图 5 是亮度均匀与与可见度 RP 的关系 ;

[0093] 图 6 是本发明逆向照明原理示意图 ;

- [0094] 图 7 是本发明同向照明原理示意图；
- [0095] 图 8 是本发明逆向照明之水平方向示意图；
- [0096] 图 9 是本发明逆向照明之垂直方向示意图；
- [0097] 图 10 是本发明同向照明之水平方向示意图；
- [0098] 图 11 是本发明同向照明之垂直方向示意图；
- [0099] 图 12 是本发明横向照明之水平方向示意图；
- [0100] 图 13 是本发明竖向照明之垂直方向示意图；

具体实施方式

[0101] 下面结合实施例对本发明作进一步说明,应该理解的是,实施例仅用于例证的目的,绝不限制本发明的保护范围。

[0102] 应用低灯位多维照明方式进行道路照明优化设计过程如下：

[0103] 1、在一段封闭运行的快速道路上,根据设计规范确定该类型道路的功率密度上限值,按低灯位多维照明方式布灯,按经验选取灯高、灯距、单灯功率以及配光曲线等光源、灯具参数；

[0104] 2、根据上述参数计算出路面亮度、均匀度、空间照度、均匀度、眩光指数、可见度指数等照明参数；

[0105] 3、将上述照明参数与设计规范的参数进行比较。若全面满足,则进入 4；不满足,调整灯高、灯距、单灯功率以及配光曲线等光源、灯具参数,返回 2；

[0106] 4、得到与满足规范的照明参数所对应的光源、灯具参数,作为下一步电气设计的基础；

[0107] 5、电气设计:包括供电与控制;各照明分量在运行方式上既可采用通常模式或节能模式独立运行,也可将不同模式进行组合运行；

[0108] 6、在中间隔离带上加装防眩光格栅,将光源与灯具通过金属支架安装在快速道路两侧的栏杆、矮墙之上并调试。

[0109] 以上所述对本发明而言仅仅是说明性的,而非限制性的。本专业技术人员理解,在本发明权利要求所限定的精神和范围内可对其进行许多改变、修改,甚至等效,但都将在本发明的保护范围内。

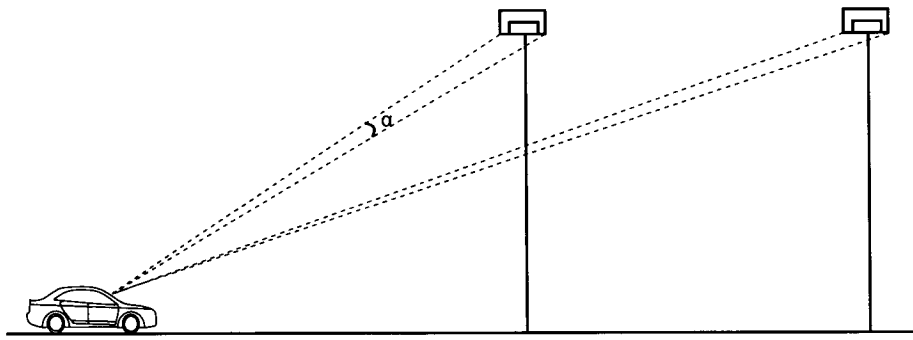


图 1

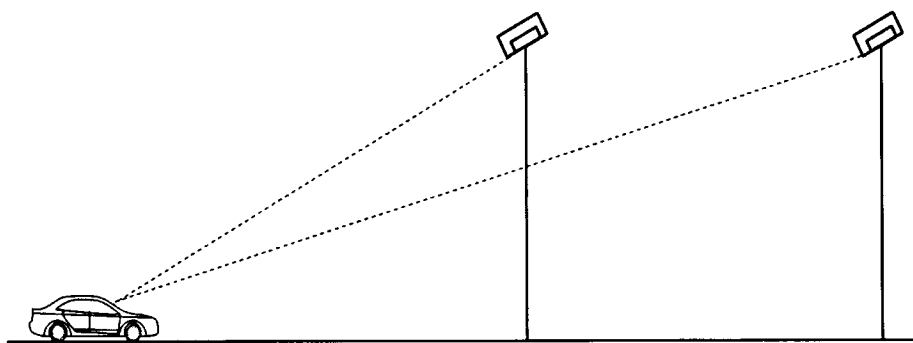


图 2

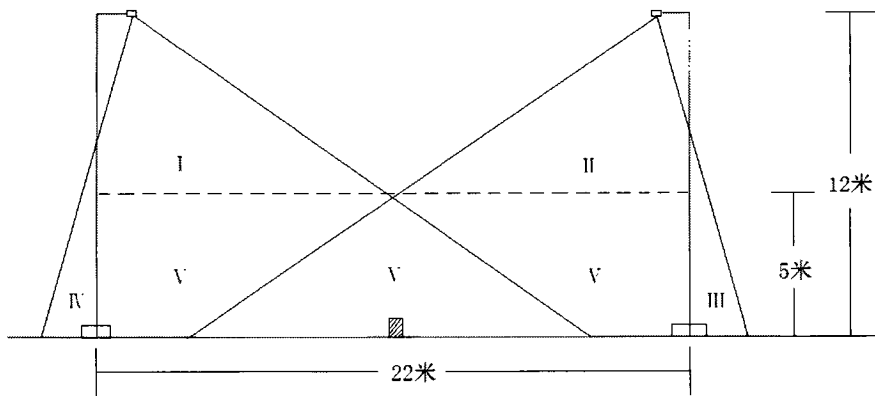


图 3

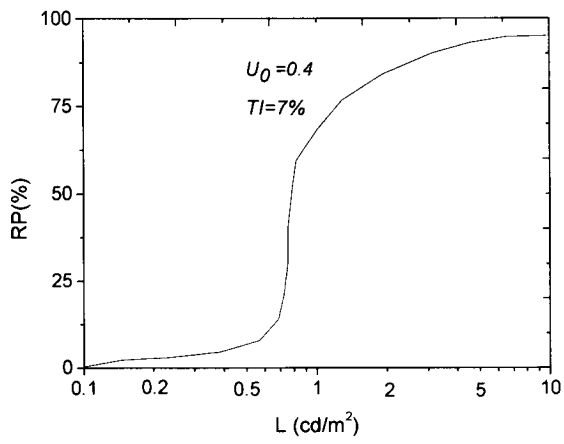


图 4

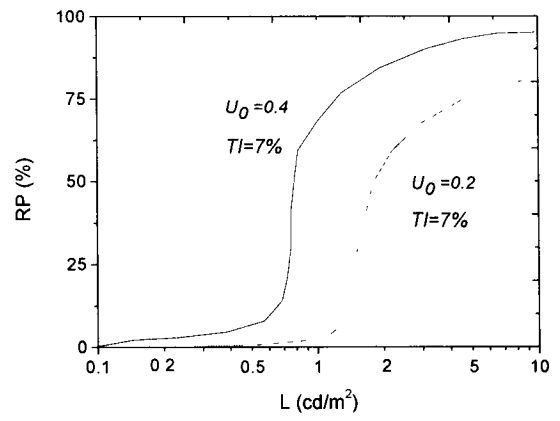


图 5

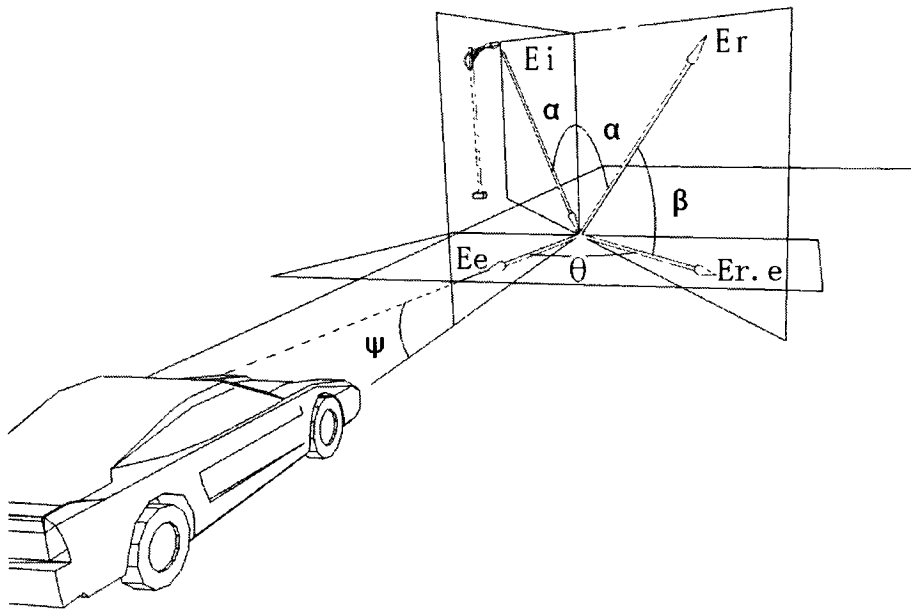


图 6

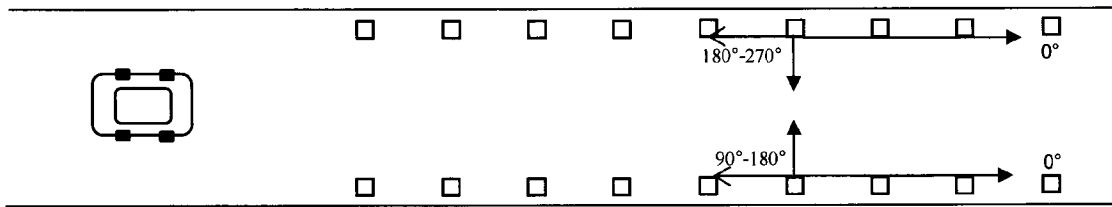


图 7

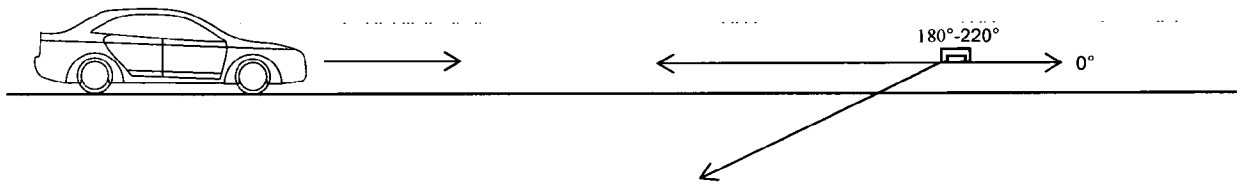


图 8

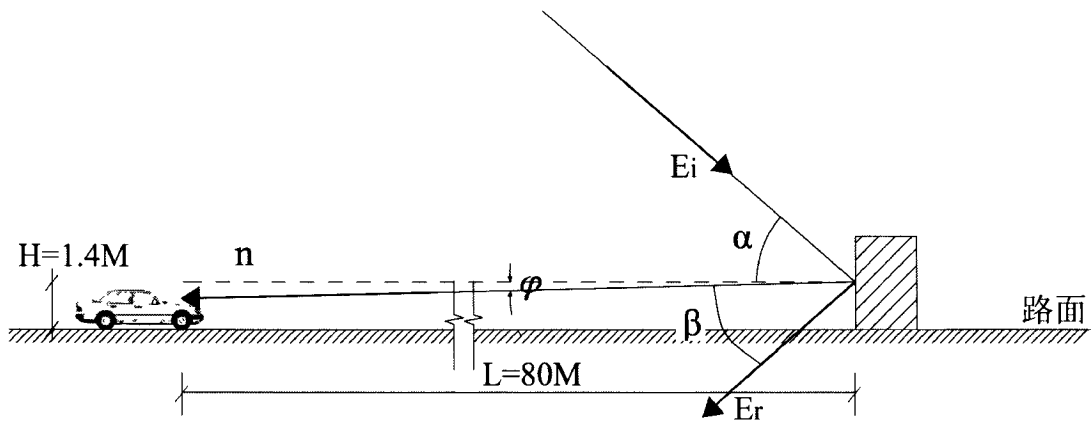


图 9

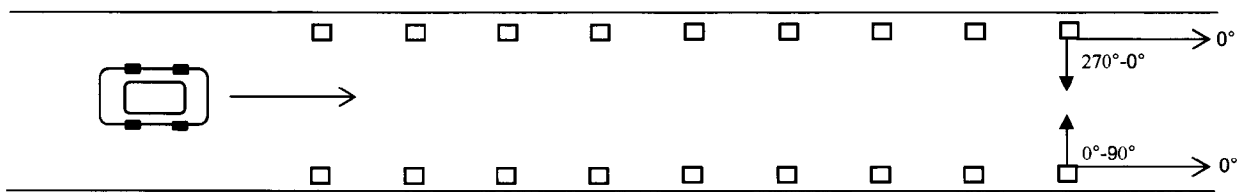


图 10



图 11

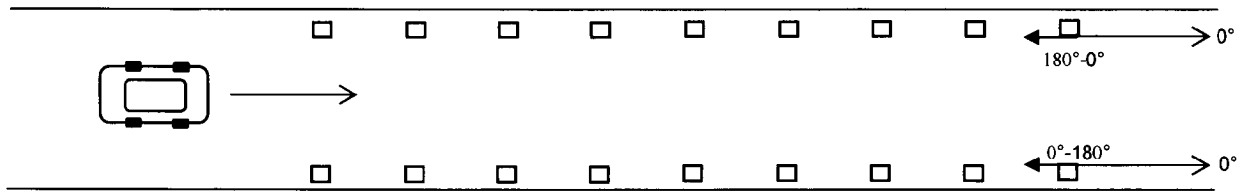


图 12



图 13