

高速公路隧道工程照明设计中的 LED 照明智能调光系统应用

杨全 夏旻垚

浙江省机电设计研究院有限公司

DOI:10.18686/bd.v2i6.1474

[摘要] 随着社会经济的发展以及城市化建设的不断推进,使得公路工程建设不断增多,相应的高速公路隧道工程建设也越来越多。目前高速公路隧道一般都使用 LED 照明智能调光系统进行照明,大大节省了隧道照明成本,降低了电力运营消耗,同时还有效地提高了隧道安全。基于此,本文阐述了高速公路隧道工程照明设计的基本要求以及 LED 照明智能调光系统的构成及其特征,对高速公路隧道工程照明设计中 LED 照明智能调光系统的应用进行了探讨分析。

[关键词] 高速公路隧道;照明设计;要求;LED 照明智能调光系统;特征;应用;优势

过去高速公路隧道照明系统使用最为广泛的灯具就是高压钠灯,这种灯具启动慢、智能性差、能耗大。相对而言,LED 隧道灯则具有启动快、寿命长、能耗低、无汞污染、光指向性好等特征。因此对于高速公路隧道照明来说使用采用 LED 照明是大势所趋。但是由于 LED 灯使用的时间较短,LED 照明智能调光系统尚有待完善,因此对高速公路隧道工程照明设计中 LED 照明智能调光系统的应用进行分析具有重要意义。

1 高速公路隧道工程照明设计的基本要求

高速公路隧道照明可以改善隧道内路面状况,改善隧道内视觉享受,减轻驾驶员疲劳,有利于提高隧道通行能力保证交通安全。并且高速公路隧道照明设计必须考虑某些特殊的视觉现象,为了对隧道照明进行优化设计,就有必要先了解些基本的视觉问题。在白天,驾驶员进入隧道时会遇到如下视觉问题:刚进入隧道由于白天隧道外的亮度相对于隧道内的高很多,如果隧道足够长,驾驶员看到是黑乎乎的一个洞,这就是“黑洞”现象;如果隧道很短的话,在驾驶员面前就出一个“黑框”。进入隧道后由明亮的外部进入一个较暗的隧道,视觉会有一定的适应时间,然后才能看清隧道内部的情况,这种现象称为“适应的滞后现象”。在隧道中间段,由于汽车排出的废气集聚,形成烟雾,汽车前照灯的光会被这些烟雾吸收和散射,形成光幕和降低前方障碍物与其背景(路面,墙面)之间的亮度对比度,影响障碍物的能见度,给视觉功能带来不利影响。隧道出口处会出现一个很亮的出口,对驾驶员会产生强烈的眩光,从而看不清路况,容易发生车祸。为此隧道照明通常分为入口照明,内部照明和出口照明。其中对入口照明的要求更加严格,要求从与外界相仿的亮度逐渐降低。具体而言,白天隧道入口照明的亮度要求根据隧道外的亮度、车速、入口处的视场和隧道的长度来确定。

2 LED 照明智能调光系统的构成及其主要特征

LED 照明智能调光系统的构成及其特征主要表现为:

(1)LED 照明智能调光系统的构成。LED 照明智能调光系统主要由以下几部分组成:第一、亮度检测器;第二、控制系统;第三、灯具控制器;其第四、照明灯具。其中控制系统由两部分组成,分别是调光控制器和主控制器。在整个系统中,上位机的指令通过光纤传输到控制系统中,控制系统根据指令控制照明灯具。灯具控制器提供功率电源给控制系统和照明灯具,同时灯具控制器执行调光控制器发出的指令,对灯具进行通断控制和调光控制,从而提供照明光源给隧道。(2)LED 照明智能调光系统的主要特征。第一、高效节能。LED 系统能“按需照明”,从而在最大程度上节约电能,使得其节能效果更为显著。第二、安全、舒适。LED 系统能够通过洞外亮度检测器对灯具的亮度进行自动调节,从而使得隧道内的均匀度得到最大限度地提升,提升行车环境的舒适性,保障驾驶人员的安全。第三、自适应性。系统能够和洞外的亮度产生联动,能够以洞外亮度和入口段的亮度为依据折减系数,建立洞内亮度的需求曲线,并以此为依据控制灯具的动态调光,从而实现洞外与洞内亮度的自适应。第四、灯具使用寿命长。LED 系统使用的控制方式是亮度渐变式,达到目标亮度的过程较为缓慢,能够避免瞬时开灯引发的冲击电流损坏 LED 灯具的驱动电路和别的电子设备。并且 LED 灯的运行状态多为低功率运行,光衰能够大大降低,灯具寿命能得以有效延长。

3 高速公路隧道工程照明设计中 LED 照明智能调光系统应用的主要优势

高速公路隧道工程照明设计中 LED 照明智能调光系统的应用的优势主要体现在:(1)LED 照明智能调光的系统优势。第一,通过 LED 照明智能调光系统,高速公路隧道能够实现亮度无级控制,相较于分级控制来说,能够节约 40% 的能源;相较于钠灯照明来说,能够节约 70%~90% 的能源。第二,自从该隧道使用了 LED 照明智能调光系统之后,只有在夏天的中午,加强照明灯具才能达到满功率工作状态,大多数情况下,加强照明灯具的工作功率都在 10% 和

60%之间。此外,基本照明设计中的冗余量设计也只有在远期才能够用到,近期的工作功率相较于灯具的额定功率来说较低,使得电源和灯具的长期工作功率较低,可促使LED的光衰减少,延长电源和LED的使用寿命。第三、使用LED照明智能调光系统之后,公路隧道中的灯具下半夜的功率能够减半,能保证灯具的配光特性基本相同,能有效避开单侧关灯所带来的安全问题。第四、LED照明智能调光系统的设计较为简单,只有两个回路,一个加强照明回路,一个基本照明回路,其中基本照明回路还具有应急照明功能。第五、使用LED照明智能调光系统之后,如果隧道中的车流量没有达到设计值,可根据相关规范折减洞内的照明强度,从而避免过度照明情况的出现,以实现节能的目的。(2)LED照明智能调光的经济方面优势。某高速公路中选择一段长2km的隧道,对LED照明智能调光系统的运营费用和钠灯分级调光系统的运行费用进行对比。该隧道设计车速为80km/h,设计车流量为700辆/h,路面宽度为10km。两种照明方式运行费用对比。其中投资费用包括电缆费用、灯具费用和电气设备费用。据相关统计每年可节约40万元,说明LED照明系统所产生的运营费用远远低于钠灯分级调光系统。

4 高速公路隧道工程照明设计中LED照明智能调光系统的应用分析

结合某高速公路隧道工程,对LED照明智能调光系统的应用进行分析

4.1 某高速公路隧道工程的概况

某高速公路隧道在照明消耗方面有70%的能耗都被浪费在过渡照明方面,因此要实现隧道照明节能必须重点从过渡照明开始。必须保证灯具的功率能按需调节,但是通过减小灯具功率来控制过度照明的方法是不合理的。因此对照明强度进行调整的方法可以通过以下方式来实现:第一、使用多回路系统进行分级调光。通常分级调光的级别最多为6级,其中晚上2级,白天4级,但是这种分级照明的方法又存在过度照明的问题。第二、使用无极调光。也就是在LED光源的基础上,根据需要对光源进行任意的调整,同时规避过度照明,从而实现减少照明能耗的目的。该高速公路扩建后新隧道为了减少能耗,使用LED照明智能调光系统对隧道的照明系统进行了改造,取得了很好的效果。

4.2 LED照明智能调光系统设计分析

某高速公路隧道的LED照明智能调光系统的实施方案。首先,隧道外面的亮度检测装置会对洞外的亮度进行监测,并将监测到的信号传送到控制装置上,经过换算后输出直流模拟信号(功率为0~5V)对LED灯的输出功率进行控制,从而实现按需照明的目的。

4.3 控制方式分析

4.3.1 基本照明控制。高速公路隧道中的基本照明具有工作时间长的特点。根据这一特点,在对基本照明亮度进行设计时要对其冗余量进行充分考虑。在使用的时候,不需要将设计的冗余量全都用上,只需要按照需要的功率进行提供即可。在未来的时候中,如果灯具出现光衰问题,就可以通过控制系统对其输出功率进行增加,保证隧道内的照明强度始终满足照明需求。

4.3.2 加强照明控制。该高速公路隧道中的照明灯具开启和关闭的时间以及开启之后的亮度调节都通过控制装置实现控制。控制装置根据获得的洞外的亮度数据,对洞内灯具输出的功率进行计算,通过这种方法有效的达到了按需照明的目的,有效地节约了照明成本。

4.3.3 应急照明控制。高速公路隧道中的应急照明设备由EPS进行电源供给。当断电时,控制装置会在瞬间对基本照明设备的功率进行调整,将其控制在正常值的15%左右,从而保证应急照明系统的配光特性与之前基本相同,以避免交通事故的发生。

5 结束语

综上所述,高速公路隧道的高额运营费用中,其中照明费用占比较高。而合理应用LED照明智能调光系统,可以有效节约照明费用。通过分析隧道照明及其控制方案可以看出,设计一个科学的LED照明智能调光系统,不仅能够产生巨大的经济效益,同时还能有效地保障保障行车安全,实现节能减排。

参考文献:

- [1]常国伟.高速公路隧道照明设计研究[J].山西交通科技,2016,(02):50-52.
- [2]郑震.高速公路隧道LED照明智能调光系统分析[J].企业技术开发,2016,35(21):159-160.
- [3]蒋海峰,文涛,吕晓峰,支晓伶.隧道LED照明精细化调光控制技术及其实证研究[J].交通节能与环保,2013,9(01):90-96.