

Research and Analysis of Highway Tunnel Lighting Intelligent Power Safety System

Yong Jiang

Guangxi Guidong Expressway Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

The power saving system of tunnel lighting has become the focus of attention. The paper is focused on the energy consumption of highway tunnel lighting, briefly explaining the intelligent control strategy of highway tunnel lighting energy conservation, combined with China Wuzhou to Liuzhou expressway project example, the energy consumption after the intelligent power saving system is analyzed, hope to provide a basis for related research.

Keywords

highway; tunnel lighting; power saving system

高速公路隧道照明智能节电系统研究分析

蒋勇

广西桂东高速公路有限公司, 中国·广西 南宁 530000

摘要

隧道照明的节电系统成为了关注的焦点。论文以节约高速公路隧道照明能耗为着眼点, 简要说明了高速公路隧道照明节能的智能控制策略, 结合中国梧州至柳州高速公路项目实例, 对采取智能节电系统后的能耗进行了分析, 希望能够为相关研究提供依据。

关键词

高速公路; 隧道照明; 节电系统

1 引言

隧道不仅是山区交通必不可少的基础设施, 在减少行车里程, 改良公路线形等方面均发挥着重要作用。受到客观条件限制, 隧道自然光照明无法满足公路运营需求, 人工照明成为了支撑隧道运营的重要组成部分。和其他发达国家相比, 中国隧道照明设计仍然固守过时理念, 在耗能、环保等方面缺少考虑, 甚至出现了照明不足或过度照明的现象, 造成了资源浪费, 和当今提倡的绿色发展理念背道而行。截至 2019 年年底, 中国公路隧道已有 19067 座, 总里程达到 1896.66 万米, 位居世界第一。随着中国公路隧道里程的不断增加, 隧道照明成本逐年递增, 照明节能已经成为一个亟待解决的课题。

2 高速公路隧道照明节能的智能控制策略

2.1 多模式

白天和夜晚的环境亮度不同, 人眼对于光线刺激的感受

【作者简介】蒋勇, 男, 中国广西全州人, 本科, 现任职于广西桂东高速公路有限公司, 从事机电工程管理研究。

度也各有不同。在白天, 外界亮度远高于隧道内, 当车辆驶入隧道后, 由于人眼对于外界不同亮度的调节需要一定的反应时间, 驾驶员暂时只会看到一片黑暗, 难以注意到隧道入口附近的情况; 而驶出隧道时, 外界亮度远高于隧道, 驾驶员眼前暂时只能看到白光, 同样无法观察到隧道出口的情况, 也难以注意到与前车间距离。作为 24h 均需人工照明参与的隧道, 长久以来, 中国隧道照明亮度全程单一, 极易造成驾驶员视觉疲劳, 引发交通事故, 对于车辆平均行驶速度较高的高速公路, 这样的弊病更加突出。因此, 为了避免出现类似情况, 彻底消除交通事故隐患, 高速公路隧道应采取多模式照明。在白天, 应采用山型照明曲线, 即为隧道入口及出口亮度较高, 隧道中段亮度较低; 而在夜晚, 应当采取“1”型照明曲线, 保持隧道全程照明亮度均一。同时, 为进一步降低照明耗电, 在车流量较稀少的深夜等时间, 可以采取感应式照明, 根据隧道内车辆通行情况, 实现照明的开闭控制, 做到有车亮灯, 无车灭灯。

2.2 多等级

中国的高速公路隧道照明可分为基本照明和加强照明两部分。其中基本照明主要保障隧道内基本段的照明, 加强照

明主要为了满足亮度适应性的需要。除了隧道中不同区域的基准照明亮度不同外,隧道全程的亮度也应当根据不同的情况进行分等级调节。例如,天气晴朗时,隧道内外照明亮度差较大,驾驶者的暂盲现象持续时间会更长,不利于高速公路安全。在进行节电设计时,应当依照外部条件的不同,将基本照明和加强照明再次细分,设置不同的等级^[1]。例如,基本照明可以根据时间段和季节的不同,分为夏季、冬季、白天、夜晚等;也可以根据车流量的不同分为不同等级。对于起到辅助作用的加强照明,应当划分更细致的等级进行照明亮度调节。例如,可以依据车流量较大或较小,以及晴天、云天、阴天、重阴天等天气情况的不同划分为不同的等级,夜晚和深夜也需要根据车流量分为较大、较小、无三个等级。通过这样的等级划分,实现针对性的照明亮度,确保照明能源得到了充分利用。

2.3 智能化

随着中国在5G、大数据等领域居全世界领先地位,新型互联网技术也逐步步入中国的各行各业。高速公路隧道照明系统也应积极应用这些技术,建立智能决策模型,确保隧道内部照明亮度得以精确控制,实现针对性的智能化照明(表述有问题)。首先,智能控制模型应当根据事前的调查,确立隧道内的基本照明模式和照明亮度等基础信息,保障隧道整体照明运营保持稳定^[2]。在实际运营中,智能控制模型应当时刻精准把握与隧道照明亮度有关的多变量信息,依据控制模型精准调节照明亮度。同时,依据大数据技术,及时记录分析隧道的相关变量情况,形成具有本地特色的照明控制方案,避免旧有依靠运营经验人工控制照明模式导致的照明不精准、浪费能源的情况发生。

智能控制模型所需要的多变量,包含时间段、隧道内外亮度、车流量、隧道内行驶车速和车距几个组成部分。依据模糊控制理论,时间段可细分为白天、夜晚、深夜三个维度;隧道内外亮度可细分为极亮、很亮、亮、合适、暗、很暗、极暗七个维度。而车流量、隧道内行驶车速和车距等交通状况相关信息,则需要依据设计规范、隧道所在地地理情况和天气数据等数据,在隧道通车前作出预估,并在通车后借助大数据信息进行随时修正。此外,如果发生事故等需要较强照明的紧急事件发生时,智能控制模型也应及时做出反应,构建灵活、精准的隧道照明体系,确保隧道照明随需求随时变化。

2.4 个性化

虽然多模式、多等级、智能化是现代社会的对于每条高速公路隧道照明设施的要求。但想要实现能源的最大化利用,仍需要依据隧道的设计标准、所处环境、通行车流量、隧道内部装饰等客观条件的不同,实行个性化设计和运营。例如,长度较长的隧道,驾驶者针对亮度变化的反应距离远小于隧

道总长,耗能的重点部分在于隧道中段的照明,和隧道外天气、照明亮度差等变量的相关性较低,应针对中段照明制定策略^[3];而对于长度较短的隧道,对出入口照明的精准控制就显得尤为必要,应当制定更加细化的照明控制级别,实现精确对应。此外,面对中国高速公路建设过程中逐渐增多的连续隧道群,应做到整体考虑,实现群控,更好地发挥隧道照明的联动作用。

3 系统能耗分析

本研究选取了中国广西壮族自治区梧州至柳州高速公路项目盘王隧道作为研究对象,该隧道长度2879km,隧道照明按照入口段加强照明设置400W隧道照明高压钠灯,过渡段1加强照明设置160W的LED隧道照明灯,过渡段2加强照明设置100W的LED隧道照明灯,隧道基本、应急照明设置LED隧道照明灯,该隧道总共256套400W高压钠灯,88套160W的LED灯,64套100W的LED灯,608套60W的LED灯。其中,隧道高压钠灯采用分组控制方式,加强照明的总体控制策略为根据洞外天气控制组高压钠灯分组照明,隧道LED照明采用无级调光方式,结合车辆检测与照明联动控制,对基本照明和加强照明分别进行控制。加强照明的总体控制策略为:洞外亮度越亮,洞内照明功率越大,即洞内照明亮度也越亮,反之亦然,基本照明的亮度控制策略为:依据白天和夜晚的不同时段,对基本照明的调光功率百分比进行设定后自动调光。该隧道全年间总能耗为641270.11度,如果按照传统设计,依据白天(9:00—18:00)及夜晚(18:00—次日9:00)两种模式进行控制。白天所有灯具全部点亮,夜晚熄灭半数灯具,传统模式下该隧道全年间总能耗为1046995.20度,经对比计算,盘王隧道照明节能采用智能控制方案后,节约电能40.57万度。

4 结语

综上所述,随着中国高速公路总里程的逐年增加,其日益增多的能耗问题不仅提升了高速公路的运行成本,更推动了新时代全国绿色发展的浪潮。隧道照明智能节电系统针对占高速公路能耗一大部分的隧道照明,从多模式、多等级、智能化、个性化的多方面,有效降低了高速公路隧道照明能耗,具有很大的现实意义。此外,选用不同的照明设备、引入自然光照明等方案对隧道照明能耗也有着不可忽视的影响,仍需后续的深入研究探索。

参考文献

- [1] 王新鑫,蔡贤云,刘银露,等.公路隧道照明环境下中老年驾驶员视觉特征研究综述[J].灯与照明,2021,45(1):1-5.
- [2] 周武召,李苓佳,邓礼萍,等.基于公路隧道提质升级的渝东北地区照明运营应用与研究[J].公路交通技术,2020,36(5):142-147.
- [3] 刘松荣,赵卫斌,史玲娜,等.基于质量提升的隧道照明节能设计研究[J].地下空间与工程学报,2020,16(S1):396-402.