

文章编号: 1002-0268 (2003) S1-0062-03

高速公路可变情报板 LED 单灯组合方案的设计与工程应用

张高强, 罗建华

(交通部公路科学研究所, 北京 100088)

摘要: 本文从工程实践角度出发, 结合高速公路监控系统中可变情报板用 LED 技术的最新进展, 探讨了原“5 红 3 绿”LED 单灯组合设计方案的历史背景与当前应用中的问题, 提出了“5 红 2 绿”和“5 红 2 绿 1 蓝”等新单灯组合配比方案, 较好地满足了技术先进与造价合理的平衡性要求, 该改进方案已在连霍国道主干线(江苏省连徐段)高速公路机电工程中成功应用, 并被江苏省高速公路建设指挥部在其它高速公路招标文件中采纳。

关键词: 高速公路; 可变情报板; LED 单灯组合

中图分类号: U491.51

文献标识码: A

Design and Engineering Practice of LED Combinations Used in Changeable Message Sign of Expressway

ZHANG Gao-qiang, LUO Jian-hua

(Research Institute of Highway, Ministry of Communications Beijing 100088 China)

Abstract: Based on the up-to-date development of LED engineering application and practice, this paper discusses the background and limitation of “5R+3G” design scheme, and brings forward some new combinations, such as “5R+2G” and “5R+2G+1B”, which meet the balance requirements of advanced technique and reasonable cost as well. The innovative design mentioned in this paper has been successfully applied to Lianxu Expressway in Jiangsu Province, the section of Lianhuo National Trunk Highway. The Jiangsu Expressway Construction Headquarters also adopted the design in the bidding documents for other expressways.

Key words: Expressway; Changeable message sign; LED lamp combinations

随着国内高速公路的大规模建设与投入使用, 目前通车里程已达 1.9 万 km, 十多年的时间完成了部分发达国家 40 余年的建设成就。在高速公路交通工程设计、施工和交通管理上, 国内走过了一个完全借鉴、参考吸收、自主改进的过程, 而现在则到了一个总结创新的阶段。原来的经验与认识, 是否还适合于当前的经济与技术发展? 这种思考与总结, 不但是创新的基础, 对下一阶段高速公路的高水平建设也不无裨益。

交通工程作为高速公路工程的重要组成部分, 其技术的先进性与造价的合理性对高速公路整体水平体现有着重要的影响。作为监控系统的重要信息提供设备, 可变情报板(包括门架式与立柱式)依据变化的

道路情况向道路使用者及时提供必要的道路和交通信息, 对疏导交通、保障安全起着重要的作用^[1, 2]。可变情报板(包括门架式与立柱式)通常占整个系统设备总造价的 30%~50%, 其性能与造价对系统的整体作用影响很大。

1 问题分析

1.1 方案背景

国内初期的高速公路交通工程设计大都是借鉴的国外的设计资料, 应该说是促进了国内高速公路建设的大发展。但是, 随着时间的推移, 部分设计思想和设计方案并没有随技术发展而更新, 还是保留原来的

标准。具体到可变情报板,我们经常会在招标文件中看到如下技术要求,明确写到“LED 像素应选用美国 HP 公司的四元素(磷化铝镓铟)优质红色发光二极管和日本 NICHIA 的氮化镓元素优质纯绿色发光二极管”,“管子的半功率角为 30° ”,“每颗像素的 LED 管配比为 5 红 3 纯绿”等内容。这些设计要求已经固化了多年,很少有人提出异议,只是最近一两年,部分承包商为优化投标方案,在供货商的技术支持下,提出了改进设计的要求^[3,4]。

1.2 局限性分析

(1) 亮度指标 近年来,LED 技术在全球发展很迅猛,目前上文所提到的 NICHIA 纯绿色 LED,其单灯亮度指标已经达到 4.4cd,而 HP 公司四元素(磷化铝镓铟)红色 LED,其单灯亮度指标也达到 2cd。如果还是沿用“5 红 3 纯绿”的设计,那可变情报板的亮度指标将达到 23 000cd/m² 以上,而实际应用中其亮度指标做到 10 000cd/m² (一般标书要求是 $\geq 9\,000\text{cd/m}^2$) 就足够亮了,满足即使在阳光直射下也能清晰可见的要求。从这一点出发,可变情报板 LED 单灯原配比总量是否属于过度冗余,值得商榷。

(2) 显示效果 在某些特定时间场合(如重大节假日等),可变情报板需要提供更丰富的内容显示。在满足亮度要求的前提下,全彩设计比双基色具有更佳的显示效果。由于纯绿管和蓝管的价格是一样,是否应该通过用蓝管替换掉一个或两个纯绿管来满足上述全彩显示要求。

(3) 成本价格 在可变情报板的成本价格中,LED 占去其绝大部分比重,目前 NICHIA 的每颗纯绿色 LED 单灯的价钱约 1 美元。在满足使用要求(或标书要求)的情况下,是否应该考虑通过减少 LED 的冗余配比数量来降低可变情报板成本来提高其性价比。

2 LED 技术进展

2.1 市场品牌情况

目前市面上所能够采购到的纯绿管主要有以下几个品牌:(1) 日本日亚(NICHIA);管子(2) 日本丰田(TOYOTA)管子;(3) 美国 CREE 芯片,再封装成管子;(4) 台湾芯片,再封装成管子。其中日亚和丰田都有完整的技术参数^[5,6],CREE 只有完整的芯片技术参数,但没有单灯的标准技术参数,台湾的也只有芯片的技术参数,但单灯的技术资料也没有。因此,要比较以上 4 种不同品牌纯绿管的技术性能,日亚和丰田具有可比性,而 CREE 和台湾的则不好比较

(只用芯片资料无法转换成单灯资料),其单灯的技术资料必须由将芯片封成单灯的工程提供单灯分级亮度的检测报告后,才可以成为比较正式技术资料。因此为了保证产品一定的质量技术水平,以日亚及丰田管子的技术资料做技术性的比较后,作为决策之依据是可能的做法。

至于红管,目前市面上红色高亮度 LED 管以及四元素产品为主流,四元系实际是指铝、镓、铟、磷 4 种化学元素所制造而成之 LED 芯片,其具有发光亮度高、低衰减、使用寿命长的特性,所以最适合做户外显示之用途,但因制作上的限制,其颜色波长约在 630nm 以内,所以颜色呈橘红色。HP(目前称 Ali-gent)在此四元系领域上是领先者,台湾国联光电公司也生产同类产品。

2.2 主要技术指标

选择半功率角 30° 为标准,日亚单灯代号为 NSFG510S,亮度为 4.4cd(平均值);丰田单灯代号为 IEL53-3GA;亮度为 5.0cd(平均值)。丰田单灯亮度为 5.0cd 的技术资料是 2001 年的技术资料,在 2000 年的技术资料中该单灯亮度为 3.5cd;而日亚在 2000 年以及 2001 年的技术资料中单灯亮度均为 4.4cd。因此可以说丰田管子目前亮度比日亚管子优良,但单灯的性能并不能只考虑初始之亮度,同时必须考虑其亮度衰减的特性,如果单灯初始亮度高,但短期内亮度衰减大也不是好产品,好的单灯为初始亮度相对高,亮度衰减相对低,具体参见相关文献^[5,6]。

A) 日亚管:温度在 25°C 时,用 20mA 电流驱动,在 1 000h 后,亮度维持原来之 95%;10 000h 后,维持原来亮度之 90%。若电流驱动用 40mA,1 000h 后,亮度维持在 95%,10 000h 后只有 70%。

B) 丰田管:温度在 25°C 时,用 30mA 电流驱动,在 1 000h 后,亮度维持原亮度 80%。

参考 HP 红管之技术资料^[7],代号为 HIMP-EG 30-PS000 的半功率角 30° 的 LED 单灯,其亮度约为 1.9cd;台湾国联光电公司之技术资料上代号为 5FRFCDT-DG 的半功率角 30° 的 LED 单灯,其亮度为 1.95cd。从亮度衰减曲线上看,国联光电之红色及黄色 LED,在 10 000h 后,其亮度也维持原亮度 90%以上,所以明显可见,四元系之产品其亮度衰减很低,基本上这两家公司的产品之差异性不十分明显。

2.3 产品对比分析

在上述技术指标中可以看出,对于纯绿色 LED 管,日亚管在长期使用上亮度衰减特性较好,整体性能最佳,丰田管其次,其它品牌无法比较,而从价格

成本上讲, 日亚最贵, 其次是日本丰田, 再次是 CREE 和一些台湾厂家; 对于红色 LED 的价格, HP 要贵于台湾国联, 但其性能指标却差不多。

因此, 纯绿色 LED 用日本日亚, 红色四元系 LED 用台湾产品不失为一个比较好的选择。

3 方案改进分析

3.1 基本思路

通过上述分析, 我们认为比较合理的配比方案如下: 双基色模块每颗像素管内的 LED 配比为“5 红 2 纯绿”或“4 红 2 纯绿”, 其中红色 LED 是可以采用台湾产品, 全彩模块配比为“5 红 2 纯绿 1 蓝”或“4 红 2 纯绿 1 蓝”。

3.2 效果分析

首先, 改进后各方案亮度指标仍远远大于工程要求的 9 000cd/m², 具体见表 1。其次, 功耗降低, 稳定

表 1

配比方案	5R+3G	5R+2G	5R+2G+1B	4R+2G	4R+2G+1B
亮度 (cd/m ²)	23200	18800	20500	16800	18500

性增加。原“5 红 3 纯绿”方案每颗像素管功耗约为 0.48W, 减少配比数量后, 每颗功耗降低为 0.3W 左右, 由于功耗对整个产品的稳定性有较大的影响, 所以改进方案在整个电气性能上比原方案优异很多。最后, 配比数量的变化显著降低产品造价。纯绿管在整个产品中是最贵的元器件, 像素管内减少一颗, 每平方米就减少 1 024 颗, 那么 1 座情报板 (以 32×320 像素考虑) 的成本将减少近 8 万元左右, 这可以对投标决策和施工造价核算带来极为有利的影响。

4 工程应用实践

4.1 实践应用

依据上述的设计思路和实现方法, 在连霍国道主干线连徐段高速公路机电系统施工中, 通过组织专家讨论与咨询以及厂家的配合, 我们对可变情报板 (其中门架式 10 座和立柱式 22 座) 的施工进行了如下优化:

(1) 出于稳健性原则, 在管数调整上我们没有走得太远。门架式可变情报板配比方案由“5 红 3 纯绿”改为“5 红 2 纯绿”, 并增加 1 个“5 红 2 纯绿 1 蓝”的全彩模块; 将立柱式可变情报板由“5 红 3 纯绿”改为“5 红 2 纯绿 1 蓝”的全彩模块。其中, “LED 像素选用美国 HP 公司的四元素 (磷化铝镓铟) 优质红色发光二极管和日本 NICHIA 的氮化镓元素优质纯绿色发光二极管以及蓝色发光二极管”^[8]。

(2) 在可变情报板箱体的锈蚀防护和承重方面, 我们通过考察比较后, 选用经过喷塑处理的铝合金板来代替钢板。不但防锈, 而且箱体重量减轻, 增加了基础和龙门架的安全可靠性。

4.2 改进效果

(1) 可变情报板亮度仍远远超过标书大于 9 000 cd/m² 的要求, 达到了 18 500cd/m²;

(2) 立柱式可变情报板增加一个全彩模组后, 由 10 个模组变为 11 个, 不但显示内容增多, 而且显示功能更加丰富, 效果更加美观。

(3) 通过上述优化, 扣除箱体材质改进费用后, 立柱式可变情报板造价仍略有降低, 而门架式可变情报板每座成本可降低 10 万元左右, 系统总造价节省 100 余万元。

5 结语

除了可变情报板外, 我们还对控制台、地图板等设备进行了创新设计和方案优化, 为此, 连徐通信监控系统工程 (一期) 受到了监理以及业主单位的好评, 并被评为“江苏省优质工程”。在江苏省汾灌、苏嘉杭 (江苏段) 等后续高速公路项目中, “5 红 2 纯绿”和“5 红 2 纯绿 1 蓝”的提法已经被采纳并明确写入了招标文件, 这说明本文所论述的创新性设计方案已通过了实践检验并被建设单位所认可和接受。

随着经济发展与技术更新, 只有不断的改进与创新, 我们才能适应高速公路建设迅速发展的客观要求。本文对可变情报板 LED 单灯组合方案进行了改进尝试与经验总结, 希望能对其它高速公路监控系统设计与施工有所帮助。

参考文献:

[1] 中华人民共和国交通部. 高速公路 LED 可变信息标志技术条件 (JT/T 431-2000) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2001

[2] 中华人民共和国交通部. 高速公路 LED 可变限速标志技术条件 (JT/T 431-2001) [S]. 北京: 人民交通出版社, 2001

[3] 上海英伍电子有限公司. 连徐高速公路通信监控系统设备可变情报板及可变限速标志投标文件 [R]. 2001.

[4] 上海三思科技发展有限公司. 连徐高速公路通信监控系统设备可变情报板及可变限速标志投标文件 [R]. 2001.

[5] High Brightness LEDs. <http://www.nichia.com.jp/kmp-e.htm>

[6] Optoelectronic Products. <http://www.toyoda-gosei.co.jp/english/led/html/20.html>

[7] Projected Long Term HTOL Light Output Degradation of precision Optical Performance AlInGaP LEDs. <http://www.semiconductor.agilent.com>

[8] 罗建华, 张高强, 等. 连徐高速公路监控通信系统联合设计文件 [R]. 2001.