

# 新疆特克斯公路隧道轮廓反光环的设计与应用

周敬龙

苏州交投建设管理有限公司, 江苏 苏州 215000

身份证号: 372925198507141338

**摘要:** 随着公路交通体系的越来越完善, 交通运输部提出了绿色公路的建设理念, 在此环境下隧道轮廓反光环运用而生, 以新疆特克斯公路隧道为工程背景, 分析了隧道布置轮廓反光环的性能优势, 研究了轮廓反光环间距参数取值, 提出了轮廓反光环在特克斯隧道中的设计方案, 为今后在建隧道轮廓反光环的设计提供借鉴参考。

**关键词:** 绿色公路; 特克斯隧道; 反光环; 视线诱导

## Design and Application of Contour Reflective Ring of Xinjiang Tex Highway Tunnel

Zhou Jinglong

Suzhou Jiaotou Construction Management Co., Ltd., Suzhou, Jiangsu 215000

ID:372925198507141338

**Abstract:** With the improvement of highway traffic system, the Ministry of Transport has put forward the concept of green highway. Under this environment, the use of contour reflective ring of tunnel emerges. Taking Xinjiang Tex Highway Tunnel as the engineering background, analyzing the performance advantages of contour reflective ring of tunnel, studying the spacing parameters of contour reflective ring of tunnel, and putting forward the design scheme of contour reflecting ring in Tex Tunnel. Providing reference for the design of contour reflective rings of tunnel in the future.

**Key words:** green highway; Tex Tunnel; reflective ring; visual guidance

## 引言

在我国公路交通基础建设中, 为保证高速公路路线的平顺, 实现高速公路与自然环境的和谐统一, 隧道建设的占比逐年提高。交通运输部提倡绿色交通, 并提出了绿色公路的建设理念: 建设以质量优良为前提, 以资源节约、生态环保、节能高效、服务提升为主要特色的绿色公路, 实现公路建设健康可持续发展<sup>[1-4]</sup>。

隧道具有空间封闭、照明单一、“黑白洞”效应等特点, 长时间行驶在隧道内容易引起驾驶员的视觉疲劳, 为了提高行车的舒适性和安全性, 同时符合绿色公路的理念, 在隧道建设工程中需采用新材料、新工艺、新技术及新措施等方法来突破面临的难题, 隧道轮廓反光环在此环境下运用而生<sup>[5]</sup>。以新疆特克斯隧道为工程背景, 分析轮廓反光环在隧道中的运用优势, 提出隧道轮廓反光环的设计方案及间距取值, 并很好的应用到新疆特克斯隧道。

## 一、隧道轮廓反光环的性能优势

隧道轮廓反光环的安装可达到“三提升”:

一是提升了安全度。反光环的安装使隧道的内轮廓更加清晰, 让驾驶人员直观感受隧道的长、宽、高, 减轻了驾驶人员出入隧道口时出现的“瞬间失明”等不适感, 其等间距布置, 驾驶人员能更好地掌握车距, 起到了警示和导向作用, 行车诱导效果明显, 在隧道停电的情况下效果尤为突出。据统计, 自实施反光环安装的隧道交通事故发生率得以明显降低。

二是提升了环保度。隧道反光环沿隧道内轮廓等间距安装, 可以辅助隧道照明, 化解隧道内无法正常照明带来的困局。据统计, 与隧道中安装的高压钠灯相比, 反光环安装后, 隧道平均一公里每小时至少可以节约用电量0.6kw, 一天节约用电量14.4kw, 一年节约用电5256kw。降低了隧道照明耗电量及运营成本, 打造低碳环保隧道。

三是提升了美观度。隧道安装轮廓反光环后, 当行驶的车辆灯光照射上去, 反光环反射的光既醒目又漂亮, 宛如一条“时光隧道”, 是提升隧道工程品质的强有力措施, 值得大力推广<sup>[6]</sup>。

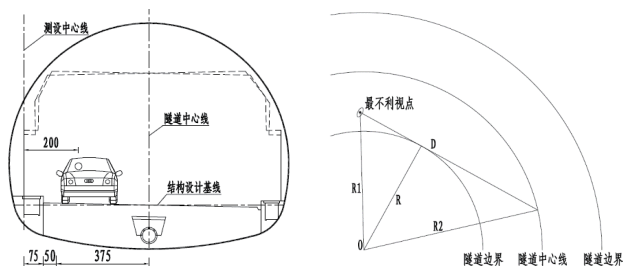
## 二、隧道轮廓反光环布置间距研究

轮廓反光环是依据绿色公路隧道理念，近几年在隧道中出现的视线诱导设施，首先在云、贵、川等省隧道中尝试使用，目前在《公路隧道设计规范》等相关规范中并没有明确的设计标准。贵州省交通运输厅发布的《贵州省高速公路勘察设计指导意见》(2015年版)中已提出要求要在长隧道、特长隧道中设置被动轮廓反光环，并对该反光环的设置提出了相应的要求<sup>[7]</sup>。贵毕公路高家岩隧道为贵州首次在干线公路隧道内安装反光环的隧道<sup>[8]</sup>，隧道内安装反光环后不仅使得隧道轮廓更加清晰，也节省了照明用电，产生了较好的经济及安全效益，厦蓉高速古田路段的京源口隧道内的反光环每200米一全环，每100米一半环，增加隧道辨识度，起到减缓视觉及精神疲劳的作用<sup>[9]</sup>。

隧道轮廓反光环间距参数研究以现场试验和理论推算为主要方法，公路隧道路线一般分为直线段、大半径曲线段和小半径曲线段，反光环间距参数设置原则：在隧道直线段、大半径曲线段，能够连续清晰的看到三道反光环，在隧道小半径曲线段，以在第一道轮廓反光环最不利行车视线位置，能够看到第三道反光环的1/2的为宜<sup>[10-11]</sup>。

隧道中第一道和最后一道轮廓反光环布置间距参数通过现场试验来确定，以新疆特克斯公路隧道为工程背景，在距离隧道洞口10m、20m、30m、40m、50m、60m、70m、80m分别依次布置隧道轮廓反光环，通过多人驾车试验，当隧道轮廓反光环距洞口10m时，受到洞外环境的影响较大，反光效果不佳，距洞口20~50m时，轮廓反光环反光效果较好；当隧道轮廓反光环距洞口大于60m时，受到“黑洞”效应的影响，不能达到较好的反光效果。综合评价考虑，隧道中第一道和最后一道轮廓反光环距洞口的长度为20m~50m为宜。

隧道直线段和大半径曲线段轮廓反光环布置间距参数根据《贵州省高速公路勘察设计指导意见》(2015年版)，每隔200米等间距设置一道；隧道小半径曲线段设置间距可根据具体情况适当减小，但应等间距设置。隧道轮廓反光环等间距布置有确定前方车距的作用，遂对其进行间距布置可分为100m、150m、200m，根据隧道曲线半径、最不利视线位置及第三道轮廓反光环1/2位置线进行视距计算，确定反光环间距，如图1、图2所示。



> 图1 隧道双车道横断面示意图

> 图2 隧道曲线段视距计算关系示意图

隧道双车道

$$2D_1 = \sqrt{R_1^2 - R^2} + \sqrt{R_2^2 - R^2} = \sqrt{(R+2)^2 - R^2} + \sqrt{(R+5)^2 - R^2} \quad (1)$$

式中：

$D_1$ —反光环间距；

$R$ —隧道曲线半径；

$R_1$ —最不利视点与曲线圆心间距；

$R_2$ —隧道中心线与曲线圆心间距。

通过公式(1)可知，当  $R \leq 900$ ， $D_1 = 100m$ ；当  $900 < R \leq 1500$ ， $D_1 = 150m$ ；当  $1500 < R$ ， $D_1 = 200m$ 。

隧道三车道

$$2D_2 = \sqrt{R_1^2 - R^2} + \sqrt{R_2^2 - R^2} = \sqrt{(R+2)^2 - R^2} + \sqrt{(R+6.75)^2 - R^2} \quad (2)$$

通过公式(2)可知，当  $R \leq 700$ ， $D_2 = 100m$ ；当  $700 < R \leq 1300$ ， $D_2 = 150m$ ；当  $1300 < R$ ， $D_2 = 200m$ 。

## 三、特克斯公路隧道轮廓反光环设计方案

### (一) 工程背景

新疆维吾尔自治区国道577线是“57712”交通规划中“五横七纵”高等级公路网中第三纵“喀纳斯至英吉沙公路”重要组成部分，同时是伊犁哈萨克自治州首府伊宁市、特克斯县、昭苏县的干线公路，也是伊犁州“四横九纵三联”骨架公路网的主要组成部分。其中修建的特克斯隧道，属旱田至特克斯公路改建项目的关键控制工程，特克斯隧道位置如图3所示。

### (二) 隧道轮廓反光环间距参数设计

新疆特克斯隧道以双线四车道一级公路标准设计，设计行车速度60km/h，左洞进口桩号 ZK96+405，出口桩号 ZK99+165，长2760m，其中隧道桩号 ZK96+405~ZK98+663为直线段，长2258m，隧道桩号 ZK98+663~ZK99+165为曲线段，长502m，曲线半径944m。右洞进口桩号 K96+370，出口桩号 K99+135，



> 图3 特克斯隧道位置平面图

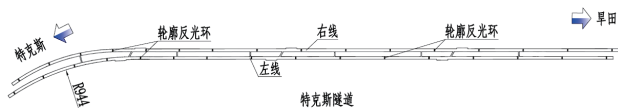


图4 特克斯隧道路线平面示意图

长2765m, 其中桩号 K96+370~K98+694为直线段, 长2324m, 桩号 K98+694~K99+135为曲线段, 长441m, 曲线半径944m; 特克斯公路隧道属于典型的长隧道, 路线平面图如图4所示。

特克斯公路隧道曲线段曲线半径944m, 由上文公式(1)可知, D取150m; 根据贵州省交通运输厅发布的《贵州省高速公路勘察设计指导意见》(2015年版), 隧道直线段D取200m; 根据试验确定第一道和最后一道轮廓反光环距洞口20~50m为宜。综合考虑特克斯公路隧道路线特点, 并且最优的发挥轮廓反光环的作用, 设计布置方案如图4所示: 特克斯县一侧, 隧道左线第一道轮廓反光环布置距洞口30m, 隧道右线第一道轮廓反光环布置距洞口35m, 往旱田方向, 隧道左线右线以150m间距各布置6道, 以200m间距布置各9道, 最后一道轮廓反光环距洞口30m; 特克斯公路隧道左线右线各设计布置16道轮廓反光环, 共设计布置32道轮廓反光环。

### (三) 隧道轮廓反光环安装设计

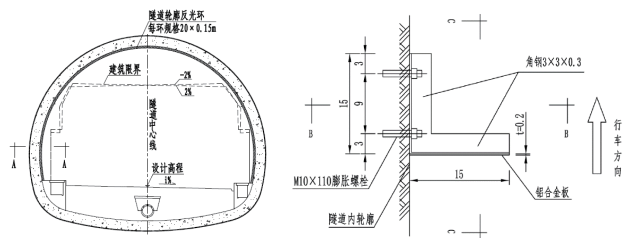
隧道轮廓反光环的安装设计在相关规范中并没有明确的规定和标准, 其安装设计需要考虑两个方面: 一是轮廓反光环下仰角设计, 二是在隧道内轮廓上安装固定设计。

隧道轮廓反光环设置下仰角可以调节反光效果, 不同距离轮廓反光环在车辆灯光照射下形成不同梯度的反光变化, 有利于缓解驾驶人员的视觉疲劳, 当车辆距离反光环80~100m时, 形成的梯度反光效果较好<sup>[10]</sup>。特克斯公路隧道地面设计高程距离隧道顶部6.9m, 驾驶员在车上视点距离隧道顶部约5.9m, 此时驾驶员视线仰角为  $\alpha = \text{tg}^{-1}(5.9 \div (80 \sim 100)) \approx 3.4^\circ \sim 4.2^\circ$ , 隧道轮廓反光环下仰角  $\beta = 90 - \alpha = 85.8^\circ \sim 86.6^\circ$ 。

隧道轮廓反光环的安装固定要紧贴隧道内轮廓, 安装时若与其他隧道设施冲突, 可根据现场实际情况将其断开, 确保轮廓反光环不得侵入隧道建筑界限及与其他隧道设施发生遮挡, 如图5(a)所示; 隧道轮廓反光环的安装结构有“L”型、“I”型、“V”型、“A”型, 特克斯隧道设计采用“L”型的安装结构, 其托架由镀锌的三角钢组成, 一端利用膨胀螺栓固定在隧道内轮廓上, 一端利用铆钉与铝合金板紧密的连接在一起, 托架设置的环形间距为50cm, 若与其他隧道设施发生冲突可根据实际情况进行调整, 铝合金板宽15cm, 长100cm, 外形轮廓应与隧道内轮廓相同, 相邻的铝板采用斜角搭接, 如图5(b)(c)、(d)所示, 在铝合金板上粘贴IV类微棱镜型超高级或V类微棱镜型大角度级反光膜。

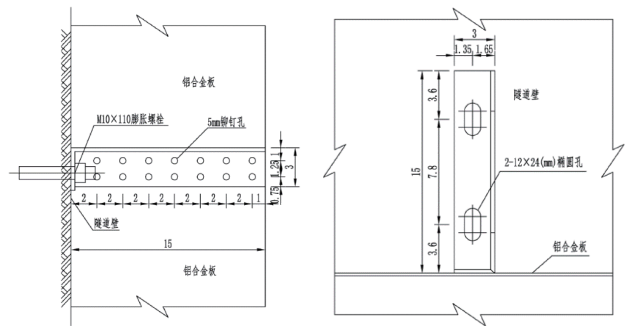
## 四、总结

隧道轮廓反光环是在绿色公路理念下产生的新设施, 本文以新疆特克斯隧道为工程背景, 对轮廓反光环在隧道中的设计进行了分析, 得出以下结论:



(a) 轮廓反光环设计图

(b) A-A 剖面示意图



(c) B-B 剖面示意图

(d) C-C 剖面示意图

图5 隧道轮廓反光环安装设计示意图

(1) 通过现场试验, 隧道中布置第一道与最后一道轮廓反光环距洞口20m~50m为宜; 当隧道为直线段或大半径曲线段, 轮廓反光环以200m等间距布置;

(2) 当隧道为小半径曲线段, 轮廓反光环布置间距根据隧道曲线半径、最不利视线位置及第三道轮廓反光环1/2位置线关系适当减小, 一般等间距布置分为100m、150m、200m, 特克斯隧道采用150m与200m等间距相结合的方式布置轮廓反光环;

(3) 隧道轮廓反光环的安装, 提高了隧道的安全度、环保度、美观度, 降低了隧道的能耗和运营成本, 在特克斯隧道中获得良好的经济效益。

## 参考文献

- [1] 张德华. 践行绿色交通 推进公路转型发展——《关于实施绿色公路建设的指导意见》政策解读[J]. 吉林交通科技, 2016(3):4-6.
- [2] 涂耘, 王少飞, 邓欣. 基于低碳理念的公路隧道绿色照明技术研究[J]. 公路隧道, 2013(3):10-15.
- [3] 张翠. 基于可持续发展理念的绿色公路评价研究[D]. 重庆交通大学, 2011.
- [4] 黄婷, 陈云, 牟星宇, 杜志刚. 高速公路隧道提质升级交通安全设施典型问题及对策[J]. 公路, 2020(4):256-260.
- [5] 吴嵩. 浅谈轮廓反光设施在高速公路隧道工程中的应用[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2017(11):59-60.
- [6] 杜志刚, 徐弯弯, 向一鸣. 基于视线诱导的公路隧道光环境优化研究框架[J]. 中国公路学报, 2018, v.31; No.176(04):126-133.
- [7] 贵州省交通运输厅. 关于在全省高速公路隧道内推广使用反光环的通知(黔交建设[2015]46号) [http://www.qjt.gov.cn/xwzx/tzgg/201607/t20160718\\_965246.html](http://www.qjt.gov.cn/xwzx/tzgg/201607/t20160718_965246.html), 2015-02-16.
- [8] 毕节公路管理局. 贵毕公路高家岩隧道安装环形被动反光环 <http://www.gzhighway.gov.cn/gzsgljweb/web2015/common/detail.jsp?s=8&ID=22864>, 2015-09-13.
- [9] 台海网(厦门)高速隧道像“时光隧道”, 这是反光环! <http://news.163.com/17/0112/09/CAIPNG7100014AEE.html>, 2017-01-12.
- [10] 朱婧, 何斌, 李永江. 雅西高速公路隧道视线诱导设施试验与研究[J]. 四川水泥, 2017(12):336.
- [11] 段萌萌, 陶盼盼. 隧道反光环设置间距对驾驶员视觉的影响研究[J]. 武汉理工大学学报, 2016, 38(2):50-56.