

隧道顺光照明技术指南
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组
2022 年 5 月

一、工作简况

1、任务来源

在我国这样一个隧道数量众多的国家，对隧道照明节能进行研究及新兴技术的标准化有十分重要的意义。我国现在应用比较广泛的节能技术主要从以下几个方面入手：1) 选择高光效低能耗的灯具。近年来LED照明技术越来越成熟，逐渐成为公路隧道照明的主流。2) 准确测量洞外亮度。洞外亮度是隧道照明设计指标的基础，但影响洞外亮度的因素太多，天气、季节、地形等，目前设计阶段很难做到真实测量。3) 照明控制。照明控制经历了三个发展阶段，概括为手动，时分分等级以及自动控制这三种控制方法。随着LED无级调光技术的成熟，越来越多隧道成功应用了该项技术。4) 合理的灯具布设与照明配光。灯具种类、功率大小的选取固然重要，但是只有布灯形式合理，才能使照明质量达到最优。得益于LED光源灯具的应用与发展，LED透镜曲面设计可使光强分布方向更易于人为控制，灯具光强非对称配光的照明应用也将会变得普遍。LED光源灯具在调光和非对称配光方面的优势，为隧道照明节能潜力的开发提供了一个广阔的空间。

1、隧道顺光照明

一般来说，光的品质越高、亮度越高、显色性越好，能达到的照明效果就越好，但是隧道照明中，在不改变照明形式的条件下，增加亮度意味着灯具数量的增加、瓦数的增加、耗电量的增加，这与目前提倡的节能设计背道而驰。而顺光照明主要就是通过改变光的方向来改变照明效果的。顺光照明从改变光源倾角出发，找到最利于人眼识别的配光曲线，从这个角度入手，对照明系统进行优化，从而达到节能的目的。

这种非对称配光方式相比于传统配光方式的优点主要包括：

1) 缩短停车视距。顺光照明方案在同样亮度下能产生更好的照明效果，使驾驶员在高速行驶的过程中可以及时识别障碍物。及时识别障碍物能缩短反应时间，从而缩短停车视距，增加行车安全性。

2) 控制眩光。眩光是一种在一定空间或者时间内由于视野中不适亮度分布而产生的极端的亮度对比，在公路行驶过程中是一种不利因素。顺光照明这种非对称配光能够通过有效避免直接眩光。

3) 人体视觉适应。当驾驶员发现道路上出现障碍目标并立即做出相应的正确操作所需要的时间叫做反应时间，为保证刹车安全，驾驶员需要良好的视觉环境判断距

离远近，而顺光照明通过提高路面亮度与障碍物的对比度，增强障碍物背面轮廓的质感，能使驾驶员能够更好地判断障碍物的大小和距离，从而作出及时合理的处理方式。

本项目将通过系统的研究实验总结，提出隧道顺光照明的灯具配光曲线、安装角度、布灯形式等方面的技术要求，形成规范化的应用指南。

2、隧道照明智能控制技术

公路隧道照明设计应根据交通量变化、洞外亮度变化、季节更替等多种工况制定调光及运营管理方案。《公路隧道照明设计细则》（JTGT D702-01-2014）根据隧道洞口环境以及车速等条件，规定了隧道洞外引道照明设置了亮度固定数值，未进一步规定隧道洞外引道照明过渡渐变标准。根据车速及交通量等条件，规定了隧道内入口段、过渡段、中间段、出口段的亮度固定值，未制定依据隧道洞内外环境亮度检测数值进行自动调光的相关技术标准。目前虽然自动调光技术已逐渐成熟，但由于相关标准的缺失，该项技术在各地的推广应用效果却参差不齐。因此有必要对洞内智能调光控制技术提出规范化的指引。

对于隧道洞口引道照明，目前国内标准根据设计车速，对引道照明设置亮度和长度进行的规定。但引道照明作为夜间衔接洞内外的照明段落，在实现照明亮度过渡的安全性、舒适性以及能源节约方面，具有同样的重要性。依然存在容易出现洞内外亮度反差引起视觉的偏差的问题。因此，研究引道照明的亮度过渡指标，对隧道洞外引道路灯与洞内隧道灯具控制联动的提出控制策略，形成技术指南，能够填补行业在该项技术领域的空白。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会组织编制，广州北二环交通科技有限公司作为主要起草单位，邀请中交第二公路勘察设计研究院有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、广西交科集团有限公司、济南金宇公路产业发展有限公司、武汉中交交通工程有限责任公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、北京中德建基路桥工程技术有限公司、越秀交通基建投资有限公司、北京云星宇交通科技股份有限公司等单位参与编制工作，计划完成时间为 2022 年 6 月。

- **本标准负责起草单位：**广州北二环交通科技有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、武汉中交交通工程有限责任公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、北京中德建基路桥工程技术有限公司、越秀交通基建投资有限公司。

■本标准主要起草人：

2、标准编制过程

■起草工作阶段：根据要求，中国交通运输协会于 2021年初开始着手成立标准编制工作起草小组，组织标准编制的相关工作。作为主要起草单位，广州北二环交通科技有限公司在2021年上半年一直积极收集有关本标准的各类信息，与各参编单位紧密联系，反复验证对隧道顺光照明进行研究的必要性，在交通运输协会的支持和领导下，最终确定了标准起草工作组的成员单位，成立了标准起草工作组。

随后，标准起草工作组开始了标准编制立项申请、计划大纲编写，明确任务分工及各阶段进度时间。同时，标准起草工作组成员认真学习了 GB/T 1.1—2009 《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》，结合标准制定工作程序的各个环节，进行了探讨和研究。针对相关国标、行业标准、地方标准以及指南开展搜集分析，确定了本指南的制订思路。

立项申请获批后，起草小组加快标准编制工作节奏，着手编制标准工作大纲和编制意见草稿的相关工作。编制工作大纲草案稿通过微信、邮件等方式提交给参编单位和协会专家分别审核，综合了多方意见，确定了标准起草编制的总体计划内容，形成了正式的标准工作大纲文件。

标准起草工作组按照立项审查会议内容，结合编制工作大纲进行认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求意见稿的编制以及调研试验项目的实施工作，标准起草工作组经过技术调研、咨询，收集、消化有关资料，调研相关设计单位、生产企业、施工单位、公路养护单位及科研院所等，选择全国典型地区的调研，例如照明节能控制产品设备运用较多的地区，以广东、浙江等沿海公路网络比较发达区域为代表；以西藏、新疆、青海、等地形条件负责山岭隧道较多的地区为代表。调研公路管理养护中心，了解隧道顺光照明及智能控制技术在后期养护过程中需改进的地方。以北二环高速木强隧道、天鹿园隧道为依托工程，开展了隧道顺光照明及智能控制系统的改造，相关测试数据为指南关键技术指标的确定提供了依据。

编写组于2022年2月编写完成了团体标准《隧道顺光照明技术指南》的征求意见稿初稿。初稿形成后，编写组召开了内部审查会，集中对标准条文进行了梳理，对关键条文开展了专家论证会。会后标准起草工作组按照意见草稿审查会议内容，对草稿提出的意见、建议进行了认真分析、理解和总结，迅速开展标准的征求

意见稿的编制以及试验项目的完善工作，于 2022年3月底完成了标准《隧道顺光照明技术指南》编制工作说明。

■ **征求意见阶段：**根据试验数据分析整理，2022年4月底前完成《隧道顺光照明技术指南》团体标准编制意见征求稿，5月份通过以下方式进行广泛征求意见：

- 1) 将标准编制说明和征求意见稿通过行业协会组织专家征求意见。
- 2) 将标准编制说明和征求意见稿向各起草单位发出征求意见。

到 2022年6月上旬月，将各意见汇总修改后形成完整的标准编制说明和征求意见稿，根据流程 6 月下旬再组织专家集中审核。

■ **审查阶段：**起草工作组对会议收集到的意见进行认真分析和处理，对征求意见稿进行最后修改，形成标准送审稿初稿，将于 2022年5月召开送审稿会审会议，对送审稿初稿进行研讨，会后根据会议研讨意见对标准进行完善，于2022年6月形成送审稿，报标准主管单位审查。

二、标准编制原则和主要内容

1、编制原则

本标准为中国交通运输协会团体标准，属自愿性标准。

本标准编制遵循“开放、公平、透明、协商一致、促进贸易和交流”的原则。在标准编制中，严格执行国家标准《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020），严格控制标准编制质量，并根据提案、立项、起草、征求意见、技术审查、报批等节点时间控制本标准编制工作进度，确保按期保质完成标准编制工作。

《隧道顺光照明技术指南》制订工作的原则主要包括以下四个方面：

（一）制订工作要突出重点、有的放矢。重点针对近年来公路隧道照明系统的技术指标、功能要求等现实问题，开展指南制订工作。

（二）技术内容要科学、合理以及具备可操作性。积极吸纳近年来国内各行业隧道照明系统最新研究成果；积极吸纳近年来经工程验证的成熟技术和好经验，好做法；掌握国际先进标准的动态，积极采用经验证符合我国国情和公路行业的国际标准和国外先进标准；广泛征求主管部门、项目业主、设计、设备企业等的意见，凝聚共识。制订的技术内容要充分考虑工程实施的可行性和可操作性。

（三）与相关规范要协调一致。注重规范间协调一致、互为补充，协调配套的原则，处理好本指南与现行公路照明相关规范的关系。

（四）用语标准、简洁、明确。按照工程建设标准的要求规范编写，进一步规范用语，细化条款，形成适用于全国公路隧道照明顺光照明建设的技術指南。

2、主要内容

本标准按照GB/T 1.1-2020 内容格式进行编制，包括以下章节内容：

■范围

■规范性引用文件

■规范性引用文件

■技术要求

一般规定

灯具要求

控制系统技术要求

■设计

一般规定

洞内照明

引道照明

顺光照明计算

调光控制系统

■智能控制

系统构成

洞内照明调光

引道照明调光

■安装调试

一般要求

隧道LED灯具安装要求

隧道洞外照明灯具安装要求

隧道洞外亮度检测设备安装要求

隧道LED照明控制器安装要求

车辆检测器安装要求

隧道洞外设备基础施工要求

工程调试与检查要求

■质量评价

顺光照明质量评价

照明控制系统检测

■维护管理

3、主要内容的解释和说明

■标准名称：标准名称为“隧道顺光照明技术指南”。

■应用范围：本指南公路及城市道路单向交通隧道顺光照明系统的新建及改（扩）建工程。

■规范性引用文件：本标准中引用和参考最新版的国内外先进标准和行业规范，以充分保证本标准条款的可依性和可行性。

■术语和定义：本章主要对指南中所涉及的专业术语及定义，从本标准的角度赋予其含义，同时还分别给出相应的推荐性英文术语，方便理解。

■技术要求：在满足现行国家标准，行业标准的基础上，对本标准的适用场合，灯具，系统和关键设备等技术要求做出规定。

■设计：采用顺光照明后，与常规对称型照明相比，隧道照明相关设计指标、洞内不同分段的照明设计要求、应急照明与洞外引道设计以及照明计算方法均会产生一定变化，本标准主要对产生差异性的照明设计指标、隧道照明智能控制系统的关键设备的布置做出规定。

■智能控制：本章明确了智能照明控制系统应符合的国家及行业现行标准；对洞内以及引道照明的运行工况、调光要求、调光控制策略等进行规定。

■安装调试：本章对顺光照明灯具、调光控制器、亮度检测器、车辆检测器的安装，以及系统软件的调试提出要求。

■质量检验：本章对顺光照明的质量评价和照明控制系统的检测做了规定。

■维护管理：本标准对隧道顺光照明的维护与管理做了规定。

三、主要试验（或验证）综述、编写标准的意义

1、试验内容

按照条款要求，组织实施相关重要的试验项目进行验证，实施的试验项目有顺光照明配光曲线、照度水平、眩光阈值增量测试，调光控制系统控制策略验证、系统功能测试。

顺光照明配光曲线和顺光照明设计指标主要通过数值模拟和现场测试的方法进行专题研究。利用DIALUX等仿真模拟软件，对不同配光曲线、布灯方式进行模拟，并在依托工程中进行现场测试验证。智能调光控制系统关键参数，引道照明调光控制策略主要通过调研和现场测试的方法进行专题研究。广泛调研不同地区、不同产品类型的智能调光系统的运营效果，提出关键指标。结合依托工程应用效果，提出引道照明调光控制策略。

通过开展广泛调研，仿真实验研究，在北二环高速木强隧道、天鹿园隧道照明

改造项目中进行测试验证。相关调研结论、仿真试验、测试数据为指南关键技术指标的确定提供了依据。

2、编写标准的意义

本标准通过明确隧道顺光照明及其控制系统的相关技术要求，进一步保障隧道行车驾驶员视觉需求，与实时车流量、洞外环境变化相适应达到保障隧道行车安全的目的。通过引道照明灯具亮度值的线性变化及洞内照明更积极的调控，可避免亮度值浪费，实现洞内外照明的平滑过渡，提高道路驾驶的安全舒适性，达到运营节能的目的。编写组在已有经验和成果的基础上，总结梳理相关技术成果，形成基于LED调光和非对称配光的公路隧道顺光照明技术指南，能够填补行业在该项技术领域的空白，对统一我国公路隧道顺光照明和智能控制技术标准，提升公路行业照明节能技术水平，保障公路工程运营安全十分必要且具有重要工程意义与实用价值。

四、采用国际标准和国外先进标准的情况，与国际、国内同类标准水平的对比情况

没有涉及到相关国际标准。

在制定过程中未查到同类国际标准。

主要参考 GB/T 24969、GB/T 3797、GB/T 5700、JT/T 939、JTG/T D70/2。

本标准的总体技术水平属于国内领先水平。

五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

无

七、国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

建议团体标准《隧道顺光照明技术指南》作为推荐性标准颁布实施。

八、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布 3 个月后实施。

本标准发布后，应向隧道照明管理、检测、施工等单位进行宣传、贯彻，向所有从事隧道照明设计、使用、管理工作的相关单位和个人推荐执行本标准。

九、废止现行有关标准的建议

无

十、其他应予说明的事项

无