

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB61/T 938—2014

公路隧道 LED 照明设计规范

Specifications for Design of LED Lighting of Highway Tunnels

2014-11-24 发布

2015-01-01 实施



陕西省质量技术监督局 发布

前 言

为推广绿色照明技术，规范公路隧道 LED 照明设计，特制定本标准。

本标准由陕西省交通运输厅提出并归口。

本标准由长安大学、陕西省公路局、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、西安公路研究院负责起草。

本标准主要起草人：郑晖、张巍、靖勃、李雪、陈建勋、牛世兴、杨晓炜、王海燕。

本标准由陕西省交通运输厅负责解释。

本标准首次发布。

公路隧道 LED 照明设计规范

1 范围

本标准规定了公路隧道LED照明设计的术语和定义、分段设计指标、灯具选择、眩光限制、照明节能及配电系统要求等。

本标准适用于陕西省二级及二级以上新建、改（扩）建公路隧道的LED照明设计、施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50034—2013 建筑照明设计标准

DB61/T 549—2012 公路隧道照明用LED灯具通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED照明 LED lamp

LED (Lighting Emitting Diode) 照明是指利用发光二极管作为光源的技术。

3.2

光通量 luminous flux

根据辐射对标准光度观察者的作用导出的光度量。该量的符号为 Φ ，单位为流明（lm）， $1\text{lm}=1\text{cd}\cdot 1\text{sr}$ 。计算公式如公式（1）：

$$\Phi = K_m \int_0^{\infty} \frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$d\Phi_e(\lambda)/d\lambda$ ——辐射通量的光谱分布；

$V(\lambda)$ ——光谱光（视）效率；

K_m ——辐射的光谱（视）效能的最大值，单位为流明每瓦特（lm/W）。在单色辐射时，明视觉条件下的 K_m 值为683lm/W（ $\lambda_m=555\text{nm}$ 时）。

3.3

亮度 luminance

由公式 $d\Phi / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega)$ 定义的量，即单位投影面积上的发光强度，该量的符号为 L ，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。其计算公式如公式 (2)：

$$L = d\Phi / (dA \cdot \cos\theta \cdot d\Omega) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$d\Phi$ ——由给定点的束元传输的并包含给定方向的立体角 $d\Omega$ 内传播的光通量；

dA ——包含给定点的射束截面积；

θ ——射束截面法线与射束方向角的夹角。

3.4

照度 illuminance

表面上一点的照度是入射在包含该点的面元上的光通量除以该面元面积所得之商。该量的符号为 E ，单位为勒克斯 (lx)， $1\text{lx}=1\text{lm}/\text{m}^2$ 。

3.5

停车视距 stopping sight distance

以一定速度行驶的车辆安全地停止运行所需的距离。它包含在反应时间和刹车时间内行驶的距离。

3.6

基本照明 base lighting

在隧道没有外界自然光的条件下，为满足安全行车要求所设置的基础性隧道照明。

3.7

加强照明 enhanced lighting

为调节隧道洞口附近区域的照明亮度，使人眼能够适应隧道内外环境光线变化、消减视盲效应而设置的加强性、补充性隧道照明。

3.8

应急照明 emergency lighting

因电源发生故障，不再提供正常照明的情况下，供人员疏散、保障安全或继续工作的照明。

3.9

安全照明 safety lighting

作为应急照明的一部分，用以确保处于潜在危险（如正常市电停电）之中的驾驶人员安全的照明。

3.10

疏散照明 escape lighting

作为应急照明的一部分，用以确保隧道内疏散通道被有效辨认和使用的照明。

3.11

情景照明 scene lighting

在特长隧道中，为减缓驾驶员视觉疲劳而采取的特别照明措施。它旨在形成不同隧道段具有不同照明情景和视觉效果。

3.12

照度均匀度 uniformity ratio of illuminance

表面上的最小照度与平均照度之比。

3.13

眩光 glare

由于视野中的照度分布或照度范围的不适宜，或存在极端的对比，以致引起不舒适感觉或降低观察细部或目标的能力的视觉现象。

3.14

不舒适眩光 discomfort glare

产生不舒适感觉，但并不降低视觉对象可见度的眩光。

3.15

失能眩光 Disability glare

除有不舒适感觉外，还会直接干扰或降低视觉对象可见度的眩光。

3.16

灯具遮光角 shielding angle of luminaire

光源最边缘一点和灯具出口的连线与水平线之间的夹角。

3.17

一般显色指数 general colour rendering index

八个一组色试样的CIE1974特殊显色指数的平均值，通称显色指数。符号为Ra。

3.18

色温 color temperature

当某一光源的色品与某一温度下的完全辐射体（黑体）的色品完全或最接近相同时，该辐射体（黑体）的绝对温度为此光源的色温，单位为开尔文（K）。

3.19

LED 灯具整灯光效 LED lamp light effect

LED灯具发出的总光通量与其所耗功率之比，单位为（lm）/瓦（W）。

3.20

照明功率密度 lighting power density

单位面积上的照明安装功率（包括光源、镇流器或变压器），单位为瓦特每平方米(W/m^2)。

3.21

维护系数 maintenance factor

照明装置在使用一定周期后，在规定表面上的平均照度或平均照度与该装置在相同条件下新装时在同一表面上所得到的平均照度或平均照度之比。

4 一般规定

4.1 公路隧道 LED 照明设计应纳入隧道总体设计，应积极而稳妥地采用新理论、新技术、新材料、新设备。

4.2 公路隧道 LED 照明设计交通量应为混合车型设计年份高峰小时交通量。

4.3 公路隧道照明设计应统筹规划，根据 10 年预测交通量一次设计，分期实施。

4.4 新建公路隧道宜采用 LED 隧道照明灯具进行设计。对于大功率 LED 隧道照明灯具（大于 200W）的应用可以综合技术经济因素，酌情采用。

4.5 隧道 LED 照明设计指标应采用照度进行设计。

4.6 本标准设计工作面，不特殊指明的均为隧道车行道地面中线。

4.7 隧道照明设计所采用的计算行车速度不宜大于 100km/h。当洞外设计行车速度为 120km/h 时，隧道照明计算行车速度宜采用 100km/h；当洞外设计行车速度为 100km/h 时，在保证行车安全和不影响隧道通行能力的前提下，隧道照明计算行车速度可采用 80km/h；当洞外设计行车速度不大于 80km/h 时，隧道照明计算行车速度与洞外设计行车速度一致。对于前两种情况均应在隧道入口前方设置明显的限速标志。

4.8 一般情况下，设计照度值与照度标准值相比较，可有-10%~+10%的偏差。

4.9 隧道出入口减光、遮光设施设置原则：

- a) 南北走向的隧道，且入口植被稀少的洞口宜考虑减光、遮光设施。
- b) 减光、遮光设施的影响长度应不小于 7 秒的行驶长度。
- c) 为防止失能眩光，设置减光、遮光设施的洞口处最大照度值应不大于 10000lx，且正常运行时洞内过渡段照度应不小于洞外照度值的千分之一；并且应防止洞外阳光突然直射进入驾驶员人眼。

4.10 公路隧道 LED 照明设计应进行控制设计。宜优先考虑有线总线控制或无线控制，以减少电缆使用；宜采用无级调光技术。

4.11 隧道入口段和出口段的灯具开启宜根据洞外亮度调整，一天内一般不少于白天、夜晚两种控制状态。白天状态时，入口段和出口段的灯具全部开启；夜晚状态时，入口段和出口段的照度宜按照中间段与洞外照明照度的之和的 50%控制。

5 中间段照明

5.1 对于长度 $L \leq 3000\text{m}$ 的隧道，洞内基本照明照度可按表 1 取值。

表1 公路隧道中间段照明设计照度取值表 ($R_a \geq 65$)

单位为 lx

设计车速 / (km/h)	单向交通时 $N > 1200 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln})$	单向交通时 $350 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln}) < N \leq 1200 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln})$	单向交通时 $N \leq 350 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln})$
	双向交通时 $N > 650 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln})$	双向交通时 $180 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln}) < N \leq 650 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln})$	双向交通时 $N \leq 180 \text{ veh}/(\text{h} \cdot \text{ln})$
100	100	80	55
80	55	55	45
60	35	35	35
40	25	25	25

注：N为设计小时交通量；当采用水泥混凝土路面时，可按表4.1.1的70%进行折减。

- 5.2 对于长度 $L > 3000\text{m}$ 的隧道，洞内基本照明照度可按表1的120%取值。
- 5.3 对于长度 $L > 6000\text{m}$ 的隧道，洞内适当位置可设置情景照明。
- 5.4 路面照度总均匀度应大于0.4，路面中线照度纵向均匀度应大于0.5。
- 5.5 应急停车带宜采用高显色性的LED灯具，照度不应低于中间段照度的2.0倍。
- 5.6 车行、人行横洞照度不应低于主洞基本照明照度，且不小于45lx。

6 入口段照明

- 6.1 隧道入口过渡段采用单一指标，照度指标不低于220lx。
- 6.2 隧道入口过渡段设计照明长度按相应设计车速的停车视距的一半取值，最小不低于40m。具体长度按表2确定。

表2 公路隧道入口过渡段设计照明长度

设计车速/ (km/h)	过渡段长度/ (m)
120	105
100	80
80	55
60	40

- 6.3 当两座隧道间的行驶时间按计算行车速度考虑小于10s，且通过前一座隧道内的行驶时间大于30s时，应结合后一座隧道入口洞外及洞内平纵线形，在保证行车安全的前提下，后续隧道入口段照度可按50%进行折减。
- 6.4 路面照度总均匀度应大于0.5，路面中线照度纵向均匀度应大于0.6。

7 出口段照明

- 7.1 对于设置电光照明的隧道，出口段长度宜取60m。
- 7.2 出口段照明设计照度不低于100 lx。
- 7.3 中、长及特长隧道洞外设照明，照度指标按固定值25lx取值，长度按对应设计行车速度的一个停车视距取值。
- 7.4 路面照度总均匀度应大于0.5，路面中线照度纵向均匀度应大于0.6。隧道洞外路面照度总均匀度和路面中线照度纵向均匀度应大于0.4。

8 光源与灯具

- 8.1 隧道照明光源与灯具应选用高光效、节能、环保、高密封性的隧道 LED 照明灯具。
- 8.2 照明光源选择按照 DB61/T 549-2012 的要求进行。整灯初始光效划分为 5 级，按表 3 确定。

表3 灯具的初始光效

等级	色温2007K~3300K	色温3301K~6500K
1	≥ 135	≥ 140
2	≥ 120	≥ 125
3	≥ 105	≥ 110
4	≥ 90	≥ 95
5	≥ 75	≥ 80

- 8.3 新建高速公路隧道应选用 4 级以上隧道 LED 照明灯具，其它等级公路隧道根据经济性选择。
- 8.4 隧道 LED 照明灯具宜选用矩形配光灯具，并根据在隧道内的布设位置，确定隧道照明配光要求。
- 8.5 隧道 LED 照明设计文件中应明确所选用照明光源及灯具的性能指标要求，如光源光衰、色温、显色指数、电源效率、平均寿命、整灯光效、功率因数、防护等级等。

9 眩光限制

- 9.1 直接型灯具的遮光角不应小于表 4 的要求。

表4 直接型灯具的遮光角

光源平均亮度/ (kcd/m ²)	遮光角/ (°)	光源平均亮度/ (kcd/m ²)	遮光角/ (°)
1~20	10	50~500	20
20~50	15	≥ 500	30

- 9.2 隧道 LED 照明设计应综合考虑灯具、环境等多因素，禁止出现失能眩光。
- 9.3 有条件时，隧道 LED 照明设计可进行不舒适眩光的评价，评价应按照 GB 50034-2013 进行。

10 照明节能

- 10.1 隧道 LED 照明节能设计时，照明功率密度值宜小于表 5 的要求。

表5 隧道照明功率密度值

隧道照明区域	照明功率密度/ (W/m ²)	照度/ (lx)
入口段	2.5	220
中间段	0.6~1.2	25~100
出口段(洞内)	1.2	100
出口段(洞外)	0.5	25

- 10.2 有条件时，可利用导光和反光装置将自然光引入隧道内进行照明，或利用太阳能作为照明能源。
- 10.3 灯具在满足眩光限制和公路建筑限界要求时，可降低安装高度。

11 照明配电系统

11.1 供照明用的配电变压器的设置应符合下列要求:

- a) 电力设备无大功率冲击性负荷时,照明和电力宜共用变压器。
- b) 当电力设备有大功率冲击性负荷时,照明宜与冲击性负荷接自不同变压器;如条件不允许,需接自同一变压器时,照明应由专用馈电回路供电。
- c) 照明安装功率较大时,宜采用照明专用变压器。

11.2 应急照明电源应根据应急照明类别、场所使用要求,采用下列方式之一:

- a) 接自电力网有效地独立于正常照明电源的线路。
- b) 灯内自带蓄电池、集中设置或分区集中设置的蓄电池装置。
- c) 应急发电机组。

11.3 三相配电干线的各相负荷宜分配平衡,最大相负荷不宜超过三相负荷平均值的 115%,最小相负荷不宜小于三相负荷平均值的 85%。

11.4 照明配电箱宜设置在靠近照明负荷中心便于操作维护的位置。

11.5 插座不宜和照明灯接在同一分支回路。

11.6 在电压偏差较大的场所,有条件时,宜设置自动稳压装置。

11.7 LED 隧道照明配电系统应有可靠的接地。配电系统的接地方式、配电线路的保护,应符合国家现行相关标准的有关规定。
