

ICS 号
中国标准文献分类号

中国工程建设标准化协会标准

T/CECS XXXXX-2019

公路隧道照明质量评价规程

Evaluation Procedure for Highway Tunnel Lighting Quality

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国工程建设标准化协会 发布

目 录

前 言	1
1 总 则	2
2 术 语	3
3 总体要求	4
4 隧道照明质量评价规定	5
4.1 安全性要求	5
4.2 节能性要求	6
4.3 舒适性要求	11
5 隧道照明质量检测	13
5.1 安全性要求检测	13
5.2 节能性要求检测	15
5.3 舒适性要求检测	16
6 隧道照明质量等级评价	18
6.1 评价方法	18
6.2 安全性要求评价	18
6.3 节能性要求评价	23
6.4 舒适性要求评价	24
6.5 总体评价	26
用词说明	29

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于征求 2017 年第二批工程建设协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（中建标公路[2017]71 号）的要求，标准编制组经广泛调研，认真总结经验，参考国内外相关标准，本着“安全第一、智慧节能；服务行业、服务工程；整合资源、群策群力；技术创新、引导行业”的指导思想，编制本标准。

本标准内容由总体要求、隧道照明质量评价规定、隧道照明质量检测、隧道照明质量等级评价组成。

本标准由中国工程建设标准化协会负责管理，由招商局重庆交通科研设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈至招商局重庆交通科研设计院有限公司（地址：重庆市南岸区学府大道 33 号；邮政编码：400067），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

本标准参编单位：福建省高速公路信息科技有限公司、广东德洛斯照明工业有限公司、重庆交通大学、浙江生辉照明有限公司

本标准主要起草人：史玲娜、涂耘、王文熙、郭奇波、梁波、黄生军、陆光明、陈晓利、赖树坤、杨和良、谢耀华、何世永、李远哲、张 征

本标准主要审查人：李玉文

1 总 则

1.0.1 为提高公路隧道照明系统建设和运营管理水平，提升公路隧道照明品质，指导公路隧道照明质量评价工作，制定本规程。

【条文说明】

党的“十九大报告”提出——推进绿色发展，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系，推进资源全面节约和循环利用。公路隧道作为公路交通的重要组成部分，随着隧道建设和通车里程的逐年增加，对隧道照明安全与节能提出了更高的要求。交通运输部办公厅《关于印发促进公路隧道提质升级行动方案的通知》（交办公路〔2019〕9号）提出要加快推进公路隧道提质升级，更好地为公众安全便捷出行服务。

当前，在公路交通领域，我国已开展了大量的关于公路隧道安全与节能的研究，但在照明评价方面仍缺乏指导性的标准。本规程将填补我国在公路隧道照明评价领域的空白，既是对我国《公路隧道照明设计细则》的有益补充，也是对我国绿色安全标准体系的补充，对规范和引导我国公路隧道照明健康可持续发展起到重要作用。

1.0.2 本规程适用于新建、改建和运营公路隧道照明质量检测与评价，其他公路隧道照明质量检测与评价可参考执行。

【条文说明】

本条规定了规程的适用范围，即本规程适用于公路隧道新建、改建和运营的照明质量检测与评价，其他隧道可参考执行。

1.0.3 本规程涉及到产品、设计、检测等内容，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

【条文说明】

本规程的重点在于对公路隧道照明质量相关性能进行评价，其中质量性能要求包括照明系统相关的灯具、控制等产品和设计要求。并且本规程所规定评价未涵盖公路隧道所应有的全部质量要求。故参与评价的公路隧道除满足本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 隧道照明质量 Tunnel lighting quality

在多种照明技术应用下，表征隧道照明工程性能优劣的指标。

2.0.2 阈值增量 Threshold increment

失能眩光的度量。表示为弥补由于眩光造成的观察者视觉分辨能力的降低，在达到刚能辨识物体能力下所需增加的额外亮度对比。

2.0.3 频闪 Stroboscopic

在一定行车速度下，由于观察者与光源的相对运动而引起的亮度随时间呈周期性闪烁现象。

2.0.4 安全辨识距离 Safe identification distance

为保障行车安全，在一定亮度与速度条件下驾驶员能辨识物体所需的最小距离。

2.0.5 目标物对比度 Object contrast

在一定亮度水平下，沿着观察者视线方向，物体亮度与背景亮度之间的差异值。

2.0.6 功率密度 Power density

单位路面面积上的照明安装功率。

2.0.7 色温差 Difference of color temperature

同一座隧道中不同型号灯具之间的色温之差。

3 总体要求

3.0.1 公路隧道照明质量评价以隧道内照明环境、营造照明环境的设施及相关技术为评价对象。

【条文说明】

本规程的评价对象是隧道照明质量，包括照明环境、营造照明环境的设施及相关技术。

3.0.2 公路隧道照明质量评价分为安全性要求、节能性要求、舒适性要求三类分项评价和总体评价，每类分项评价均包括对应指标评价项，总体评价在分项评价的基础上进行。

【条文说明】

根据行业对隧道照明质量的关注度主要从是否满足安全性要求、节能性要求和舒适性要求体现，因此本规程对隧道照明质量的评价主要从以上三方面体现，总体评价通过分项评价加权计算。

3.0.3 开展公路隧道照明质量评价应在隧道照明质量检测的基础上进行。

【条文说明】

公路隧道照明质量评价应结合评价项目的实际情况，对评价指标进行检测，根据检测结果按评价方法进行计算得到。

3.0.4 公路隧道运营部门宜每年委托评价机构对所辖范围内的公路隧道进行照明质量评价。

【条文说明】

根据隧道实际运营情况评价频率可适当降低至2年1次。评价单位应具有隧道照明相关设计、检测资质。

3.0.5 开展公路隧道照明质量评价时应进行评价期内的技术经济论证。

【条文说明】

公路隧道照明应注重对设计、建设和运营的全过程管控，并综合考虑性能、安全、经济等因素，基于全寿命周期的技术经济分析，选择适宜的技术体系。

4 隧道照明质量评价规定

4.1 安全性要求

4.1.1 公路隧道照明的区段划分和亮度及均匀度指标应满足行业标准《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)所规定的要求。

【条文说明】

公路隧道照明质量首先应满足行业标准《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)相关规定要求,此为本规程的基本要求。

4.1.2 公路隧道基本照明布灯间距应满足频闪低于 2.5 Hz 或高于 15 Hz 的要求。

【条文说明】

根据《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)规定,灯具的布灯间距应满足频闪低于 2.5 Hz 或高于 15 Hz 的要求,以避免处于 2.5 Hz~15 Hz 之间的频闪对司乘人员的视觉干扰。CIE 研究表明,当频闪介于 4 Hz~11 Hz 之间,特别是出射光锐变的小面积光源会对司乘人员带来极大的视觉干扰。

4.1.3 公路隧道照明应满足眩光限制要求,阈值增量 TI (%) 最大初始值应小于 15。

【条文说明】

根据 CIE88-2004《隧道与地下通道照明指南》规定,隧道入口段、过渡段和中间段的阈值增量 TI 应控制在 15%以内,以避免不舒适眩光对驾驶员的视觉干扰,提高行车安全性。

4.1.4 公路隧道照明安全辨识距离应大于停车视距。

【条文说明】

根据行车视觉行为理论,驾驶员的安全辨识距离应大于停车视距,才能保证在发现危险时避免追尾等交通事故。安全辨识距离直接与照明质量相关。表 4.1.1 为《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)所规定的设计速度与纵坡相关的停车视距取值。

表 4.1.1 照明停车视距 D_s (m)

设计速度 v_t (km/h)	纵坡								
	-4%	-3%	-2%	-1%	0%	1%	2%	3%	4%
120	260	245	232	221	210	202	193	186	179
100	179	173	168	163	158	154	149	145	142
80	112	110	106	103	100	98	95	93	90
60	62	60	58	57	56	55	54	53	52
40	29	28	27	27	26	26	25	25	25
20~30	20	20	20	20	20	20	20	20	20

4.1.5 公路隧道照明目标物对比度应大于 0.3。

【条文说明】

CIE88-2004《隧道和地下空间照明》规定，最小可被辨识的物体对比度为 28%。根据工程设计及评价取值实际需求，将目标物对比度最小值规定为 0.3。

4.1.6 公路隧道照明应设置必要的诱导设施：

1. 公路隧道内反光环色彩宜采用黄色或白色；直线隧道反光环间距宜大于 200 米，曲线隧道反光环间距应根据隧道线形设置。

2. 公路隧道其他诱导设施布设应满足《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》(JTG D70/2—2014) 规定。

【条文说明】

良好的诱导性可以提高司乘人员对隧道线形有轮廓的辨识性，提高行车安全性。研究表明，合理的诱导设施有助于提高司乘人员的注意力，增加兴奋度；反之，不合理的诱导设施反而为引起视觉干扰，降低对环境的辨识性，引起视觉疲劳和不舒适性。

4.2 节能性要求

4.2.1 公路隧道照明控制应具备手动控制、预案控制和智能化控制三种模式。智能化控制宜采用实时的洞外亮度、交通量、车速、洞内亮度等多元参数进行控制。

【条文说明】

《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014) 规定加强照明应根据洞外亮度和交通量变化，进行入口段、过渡段和出口段的调光方案设计。随着控制智能化技术的进步和 LED 灯具电流连续可调的技术特点，使得隧道照明随实时洞外亮度、交通量、车速及洞内亮度反馈进行实时调光成为可能。根据大量研究表明，通过实时洞外亮度、交通量、车速及洞内亮度反馈实时调光可大幅降低隧道照明运营能耗，特别在低交通量下，开展与实时交通量相关的智能控制可大幅降低照明能耗。

4.2.2 采用实时交通量智能调光控制模式，设有监控隧道无车通行照明亮度可调至 $1.0\text{cd}/\text{m}^2$ ；无监控隧道无车通行照明亮度可调至待机亮度。

【条文说明】

当采用 LED 无级调光智能按车流量的智能控制技术时，无车状态可将灯具调到待机状态。

4.2.3 公路隧道照明运营控制应考虑墙面材料反射率对照明节能的提升作用，节能运营控制可按表 4.2.1 的系数进行设计亮度折减。墙面应选用反射率大于 0.7、易清洁维护的漫反射材料。

表 4.2.1 墙面反射率与设计亮度折减系数的关系

序号	墙面反射率	亮度折减系数
1	≤ 0.7	1
2	0.8	0.95
3	≥ 0.9	0.9

备注：如实测反射率处于表 4.2.1 区段，可采用插值法进行确定。

【条文说明】

大量研究表明，隧道侧壁涂设高反射率的漫反射材料对提高隧道整体光照环境，提高照明均匀性具有较大的促进作用，并且易清洁维护的墙面材料有助于降低隧道环境的运维费用。《公路隧道照明设计细则》（JTG D70 2-01-2014）规定隧道两侧墙面 2m 高范围内的平均亮度，不宜低于路面平均亮度的 60%。高反射率的墙面材料可在提高灯具的利用率前提下保证墙面亮度不低于路面亮度 60%的要求。

根据研究表明，在两侧墙面 2m 高范围内，墙面材料的反射率不同，对路面亮度的增益效果亦不同。随着反射率的增加，在相同照明系统条件下的路面亮度越高，意味着在达到相同亮度水平下，高反射率的墙面材料可以通过亮度折减系数适当降低照明系统的功率以达到规定照明要求。图 4.2.1 为墙面反射率对路面亮度的增益效果，研究表明，墙面反射率的增加对路面亮度的增大近似满足线性关系。

具有发光功能材料的反射率由发光效应和反射效应共同决定。

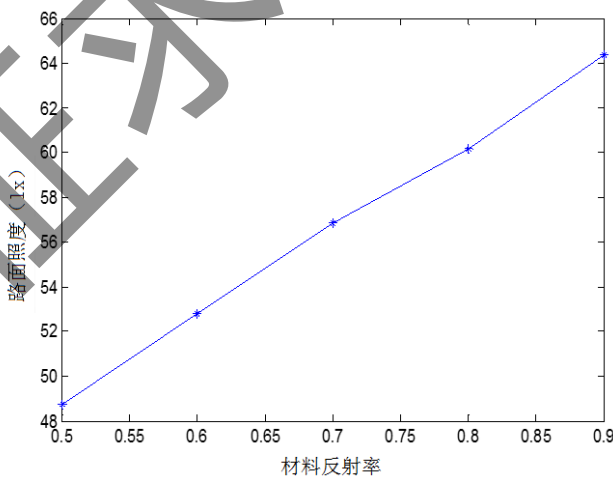


图 4.2.1 墙面反射率与路面亮度增亮关系

4.2.4 公路隧道照明运营控制应考虑亮度均匀度对照明节能的提升作用。节能运营控制可按表 4.2.2 的折减系数进行亮度折减。

表 4.2.2 路面亮度均匀度与所需亮度折减系数的关系

序号	路面亮度均匀度 U_0	所需亮度折减系数
1	≤ 0.4	1
2	$0.4 < U_0 \leq 0.6$	0.95
3	$0.6 < U_0 \leq 0.8$	0.9
4	$0.8 < U_0 \leq 1$	0.85

【条文说明】

《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)规定路面亮度总均匀度不应低于表 4.2.3 所示值。

表 4.2.3 路面亮度总均匀度 U_0

设计小时交通量 $M[\text{veh} / (\text{h} \cdot \text{ln})]$		U_0
单向交通	双向交通	
≥ 1200	≥ 650	0.4
≤ 350	≤ 180	0.3

注：当交通量在其中间值时，按线性内插取值。

研究表明，当路面亮度均匀度越高时，驾驶员的辨识能力越高，所需的亮度需求越低。由图 4.2.2 路面亮度均匀度与基本照明亮度需求之间的关系表示，亮度均匀度与亮度需求之间近似满足反向线性关系，并且均匀度每增加 0.1，亮度需求可减少近 10%左右，保守估计至少可减少 5%的光能需求，因此当亮度均匀度根据表 4.2.2 每逐级提高一档时，亮度需求可在原基础上逐级减少 5%。

根据实验研究，加强照明的规律与上述结论一致。

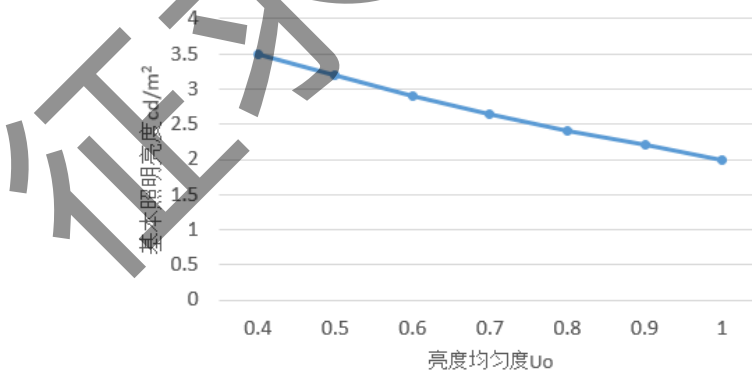


图 4.2.2 亮度均匀度与基本照明亮度需求之间的关系

4.2.5 公路隧道照明运营控制应考虑亮度对比度对照明节能的提升作用。节能运营控制可按表 4.2.3 的折减系数进行亮度折减。

表 4.2.3 亮度对比度与所需亮度折减系数的关系

序号	亮度对比度 C	所需亮度折减系数
----	-----------	----------

1	0.3	1
2	0.4	0.98
3	0.5	0.92
4	0.6	0.88
5	0.7	0.8
6	0.8	0.75
7	0.9	0.73
8	1	0.70

注：如亮度对比度处于表 4.2.3 中间区段，可采用插值法进行确定。

【条文说明】

研究表明，当增加目标物对比度时，物体越容易被辨识，所需的亮度越低，即在高对比度情况下，较低的亮度水平可以达到相同的辨识效果。图 4.2.3 为亮度对比度与亮度需求减少变化率之间的关系。在亮度对比度较低水平下，随着对比度的提高，亮度需求减少较快，随着对比度的进一步提高，亮度需求减少速度变缓，即尽管对比度提高，但仍需要最低亮度来达到相同的辨识水平。由图 4.2.3 的亮度对比度与亮度需求减少变化率之间的关系可得到如表 4.3.3 所示的所需亮度折减系数规律。

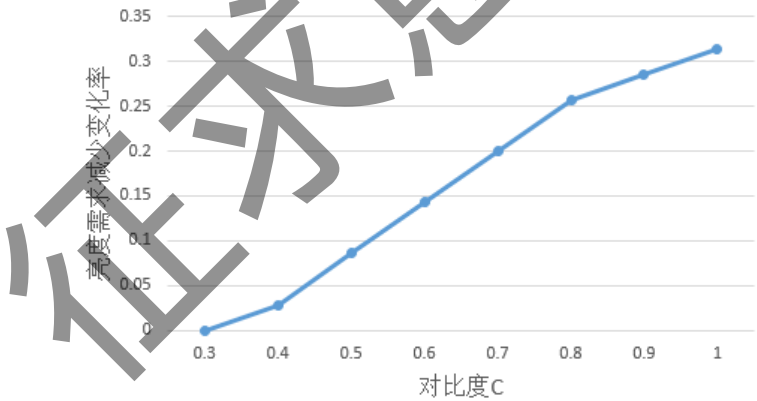


图 4.2.3 对比度与亮度需求减少变化率之间的关系

4.2.6 公路隧道基本照明功率密度宜符合表 4.2.4 规定要求。

表 4.2.4 隧道基本照明功率密度限值

序号	照明功率密度（LPD）限值 （W/m ² ）	对应亮度值（cd/m ² ）
1	≤1.2	4.5
2	≤0.8	3

3	≤ 0.5	2
4	≤ 0.4	1

注：如测试亮度值处于表 4.2.4 中间区段，可采用插值法进行确定。

【条文说明】

本条规定了基本照明功率密度。结合《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)基本照明采用四档亮度标准值，其他亮度值的最大功率密度可采用插值法确定。本规定的功率密度限值采用节能型 LED 灯具得出。理论上讲，采用功能光源，应将 LPD 乘以适当的系数，该系数应由两种光源的光效和利用系数决定。

4.2.7 公路隧道加强照明功率密度宜符合表 4.2.5 规定要求。

表 4.2.5 隧道加强照明功率密度限值

序号	照明功率密度 (LPD) 限值 (W/m ²)	对应亮度值 (cd/m ²)
1	≤ 36	150
2	≤ 25	105
3	≤ 18	75
4	≤ 12.5	52
5	≤ 6	25
6	≤ 3	12
7	≤ 2	8
8	≤ 1	4

注：如测试亮度值处于表 4.2.5 区段，可采用插值法进行确定。

【条文说明】

本条规定了加强照明功率密度。结合《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)不同加强照明区段的亮度取值采用六档亮度标准值，其他亮度值的最大功率密度可采用插值法确定。本规定的功率密度限值采用节能型 LED 灯具得出。理论上讲，采用功能光源，应将 LPD 乘以适当的系数，该系数应由两种光源的光效和利用系数决定。

4.2.8 公路隧道照明宜积极稳妥采用新型照明节能技术。

【条文说明】

本规程鼓励公路隧道照明可采用如太阳光直接照明、智慧控制技术 etc 新型绿色环保节能技术。

4.3 舒适性要求

4.3.1 公路隧道照明灯具色温范围宜在 2500K~6500K 之间。

【条文说明】

《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014) 规定了 LED 灯具的色温范围宜取 3500 K~6500 K。研究表明,隧道入口段宜采用低色温的高压钠灯或暖白光 LED 灯更宜提高入口段的视觉适应性和物体的辨识性,提高隧道行车的舒适性。最新 LED 灯具技术可将 LED 灯具色温做到 2500K,与高压钠灯的色温接近。因此,本条规定灯具色温范围宜在 2500K~6500K 之间。

4.3.2 公路隧道照明灯具宜根据季节进行色温可调,不同季节灯具的色温范围可参考表 4.3.1。

表 4.3.1 不同季节隧道照明灯具色温选取参考

序号	季节	灯具色温范围
1	春	3500K~5000K
2	夏	4000K~6500K
3	秋	3000K~4500K
7	冬	2500K~4000K

【条文说明】

研究表明,隧道行车的舒适性与环境色温具有很大关系,温度较高的春夏季需要高色温、偏冷色调的白光;温度较高的秋冬季节则需要低色温、偏暖色调的白光。根据 LED 的色温与色调分布规律以及现有 LED 技术可做到色温可调,建议公路隧道照明灯具可进行色温可调,调温范围宜满足表 4.3.1 所示。

4.3.3 公路隧道照明入口段灯具色温范围宜取 2500K~4000K。

【条文说明】

根据研究表明,隧道入口段宜采用低色温的高压钠灯和暖白光 LED 灯,可提高入口段的视觉适应性和舒适性。

4.3.4 同座隧道照明灯具色温差宜小于 3000K。

【条文说明】

同座隧道灯具色温差别过大会影响司乘人员的舒适性,根据研究表明,当色温差小于 3000K 时不会引起明显的不舒适性。

4.3.5 公路隧道出入口段宜全断面涂装，其余区段至少 2m 以下两侧墙面应进行涂装。涂装材料宜采用浅色系漫反射材料。

【条文说明】

隧道照明的一个主要作用是避免入口段的“黑洞效应”和“白洞效应”。研究表明，隧道全断面涂装可提升隧道照明光照环境，在出入口段进行全断面涂装可降低“黑洞效应”和“白洞效应”引起的视觉不适应性，提高隧道行车的舒适性。

4.3.6 公路隧道内侧装饰性涂装应具有警示、诱导功能，色彩选择宜满足美学要求。

【条文说明】

研究表明，兼有警示、诱导和美学功能的隧道涂装在一定程度上可提高司乘人员的注意力，缓解疲劳，增加兴奋度。

征求意见稿

5 隧道照明质量检测

5.1 安全性要求检测

5.1.1 照明亮度指标应由具有检测资质的第三方单位根据设计文件和《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014) 采用照度计或亮度计现场测试隧道各区段照度或亮度指标并核查指标符合性。

【条文说明】

照明测试区域的选择是在所检照明区段中间位置选取一个布灯周期长度区域作为测试区域, 在此测试区域内根据不同的布灯方式按以下示意图布设测点。

(1) 两车道隧道照明测试区域的选择是在所检照明区段中间位置选取一个布灯周期长度区域作为测试区域, 在此测试区域内根据不同的布灯方式应按图 1、图 2 布设测点。

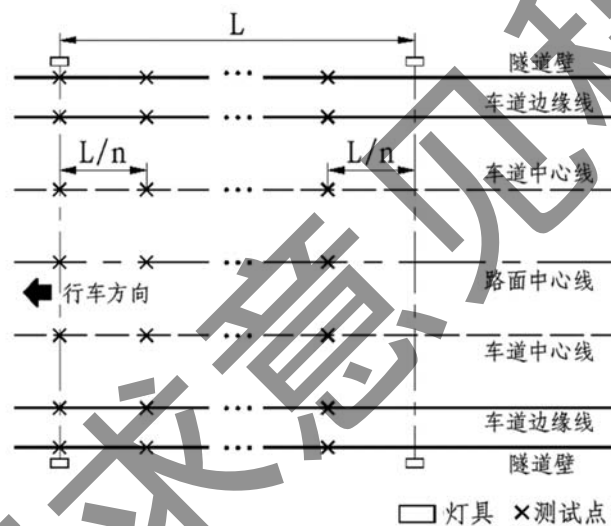


图 5.1.1 两车道隧道双侧对称布灯方式照度测试点分布示意图

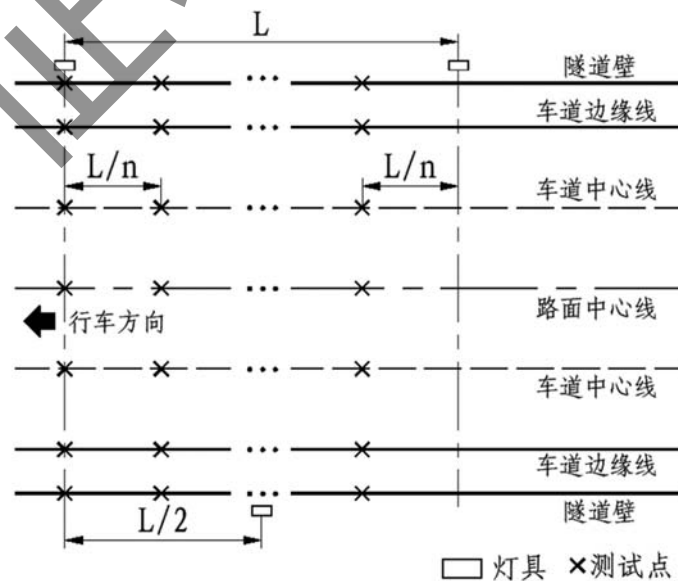


图 5.1.2 两车道隧道双侧交错布灯方式照度测试点分布示意图

L—单侧布灯间距。 n—测试区段长度数值通过进尾取整修约后所得的一个整数， $L \leq n < L+1$ 。

隧道壁上测点在路面上方1.5m高处。

(2) 三车道隧道横断面方向应在隧道壁 1.5m 高处、车道边缘线，车道中心线，车道分界线分别画点，每一横断面共 9 个点。

5.1.2 频闪指标应由具有检测资质的第三方单位采用皮尺或测距仪现场实测布灯间距，计算频闪指标，并核查其指标符合性。

【条文说明】

频闪计算公式如下：

$$f = v_t / S \quad (5.1.1)$$

式中：f——闪烁频率（Hz）

v_t ——设计速度（m/s）

S——布灯间距（m）

5.1.3 阈值增量指标应由具有检测资质的第三方单位采用成像亮度计测试所评价区域平均亮度和光幕亮度指标，计算实测阈值增量指标值并核查阈值增量指标符合性。

【条文说明】

阈值增量计算公式如下：

$$TI = \begin{cases} 65 \frac{L_v}{L_{av}^{0.8}} \% & L_{av} \leq 5 \text{cd/m}^2 \\ 95 \frac{L_v}{L_{av}^{1.05}} \% & L_{av} > 5 \text{cd/m}^2 \end{cases} \quad (5.1.2)$$

式中： L_v ——光幕亮度（ cd/m^2 ）

L_{av} ——路面平均亮度（ cd/m^2 ）

5.1.4 辨识距离应由具有检测资质的第三方单位采用测距仪进行现场实测，并核查其指标符合性。

【条文说明】

测试者按设计车速驶向观测方法，记录刚好看到小目标的距离。小目标（0.2m×0.2m 的灰色物体，反射率为 0.2）放置于测试区域。测试者的矫正视力应达到 5.0 及以上。

5.1.5 对比度指标应由具有检测资质的第三方单位采用亮度计进行小目标亮度和邻近地面亮度现场实测，计算对比度指标，并核查其指标符合性。

【条文说明】

小目标垂直于地面放置，测试者距离小目标一倍停车视距处，通过测试小目标的亮度和邻近地面的亮度，根据下式进行计算。

$$C(\%) = 100 * \frac{L_o - L_b}{L_b} \quad (5.1.3)$$

式中： L_o ——小目标亮度 (cd/m^2)

L_b ——邻近地面亮度 (cd/m^2)

5.1.6 诱导性指标应由具有检测资质的第三方单位 4.1.6 进行评定。

【条文说明】

诱导性指标评定一般由具有检测资质的第三方单位选取 3 人进行打分评定，满分为 5 分，优秀 3~5 分，一般 1~3 分，差为 0~1 分。

5.1.7 公路隧道内反光环色彩应由具有检测资质的第三方单位根据 4.1.6 规定进行评定，设置间距采用皮尺测量。

5.2 节能性要求检测

5.2.1 公路隧道照明控制模式与控制参数指标应由具有检测资质的第三方单位采用现场实际操作核查其指标符合性。

【条文说明】

公路隧道照明手动控制指标由具有检测资质的第三方单位隧道现场实际操作，预案控制、智能化控制及控制参数由具有检测资质的第三方单位通过控制软件实际操作进行现场核查。

5.2.2 采用实时交通量智能调光控制模式隧道无车通行工况亮度调节指标应由具有检测资质的第三方单位采用现场实际操作核查其指标符合性。

【条文说明】

采用实时交通量智能调光控制模式隧道无车通行工况亮度调节指标由具有检测资质的第三方单位通过控制软件实际操作进行现场核查，亮度指标照明区域的选择与测试可参照 5.5.1 的条文说明。

5.2.3 公路隧道侧壁反射率指标宜由具有检测资质的第三方单位采用材料便携式反射率计进行现场实测并核查其亮度增益系数。

【条文说明】

公路隧道侧壁涂装材料反射率现场不具备测试条件时，可采用实验室检测报告核查亮度增益系数。

5.2.4 亮度均匀度指标应由具有检测资质的第三方单位根据设计文件和《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)采用照度计或亮度计现场测试隧道各区段照度或亮度指标,计算各区段亮度均匀度,并核查其亮度折减系数。

【条文说明】

照明区域的选择与测试可参照 5.1.1 的条文说明。

5.2.5 对比度指标应由具有检测资质的第三方单位采用亮度计进行小目标亮度和邻近地面亮度现场实测,计算对比度指标,并核查其亮度折减系数。

【条文说明】

亮度对比度指标测试可参照 5.1.5 的条文说明。

5.2.6 公路隧道照明功率密度指标应由具有检测资质的第三方单位采用照度计或亮度计现场实测所评估区域的照度或亮度,并从功率计测得当前照度或亮度下的灯具功率,用下式计算测试区域的功率密度,并核查其指标符合性。

【条文说明】

公路隧道照明功率根据照明功能划分为基本照明功率密度和加强照明功率密度,测试区域的选择与测试可参照 5.1.1 的条文说明,功率密度的计算如下式所示:

$$w = \frac{\sum_i n_i W_i}{S} \quad (5.2.1)$$

5.2.7 公路隧道照明新型照明节能技术应用指标应由具有检测资质的第三方单位进行现场核查。

【条文说明】

公路隧道照明新型照明节能技术应用指标核查有无核查法。

5.3 舒适性要求检测

5.3.1 公路隧道灯具色温应由具有检测资质的第三方单位采用色温测试仪进行现场实测,并核查其范围指标符合性。

5.3.2 公路隧道灯具色温调节指标应由具有检测资质的第三方单位采用现场实际操作核查其指标符合性。

5.3.3 入口段灯具色温范围应由具有检测资质的第三方单位采用色温测试仪进行现场实测,并核查其范围指标符合性。

5.3.4 公路隧道灯具色温差应由具有检测资质的第三方单位采用色温测试仪进行现场实测,计算色温差并核查其范围指标符合性。

5.3.5 公路隧道内侧装饰性涂装应由具有检测资质的第三方单位现场评定，涂装区域采用皮尺测量并核查其范围指标符合性。

5.3.6 公路隧道内侧装饰性涂装警示、诱导功能与美学要求应由具有检测资质的第三方单位采用主观评价法进行评定。

【条文说明】

指标评定一般由具有检测资质的第三方单位选取 3 人进行打分评定，满分为 20 分，优秀 10~20 分，一般 5~10 分，差为 0~5 分。

征求意见稿

6 隧道照明质量等级评价

6.1 评价方法

6.1.1 公路隧道照明质量评价按单洞隧道为基本评价单元。

【条文说明】

公路隧道照明质量评价以单座隧道为基本项目单元。

6.1.2 公路隧道照明质量总体评价由安全性要求评价、节能性要求评价、舒适性要求评价三项分项评价组成。评价体系见下图。

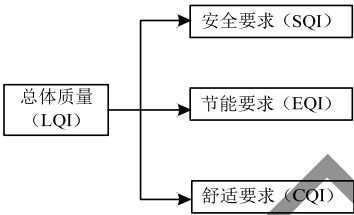


图 6.1.1 公路隧道照明质量评价体系

【条文说明】

公路隧道照明质量评价由安全性要求、节能性要求、舒适性要求的得分通过加权相加得到。

6.1.3 评价方法的依据为现场检测或检查检测报告。

6.1.4 公路隧道照明质量分项评价应对每类评价指标进行检测。

【条文说明】

公路隧道照明质量评价应在检测基础上，通过检测结果进行计算和评估得到。

6.1.5 评价方法应符合以下规定：

分项评价依据检测结果由对应指标评价算法计算指标得分，按各指标权重加权计算分项得分，总分为 100 分；

总体评价根据各分项评价得分加权计算，由计算后得分隶属范围确定评价等级。

6.2 安全性要求评价

6.2.1 隧道照明质量安全性要求应在检测基础上，按评分表格内容进行核查，逐项做出评价。

表 6.2.1 公路隧道照明质量评价安全性要求评价表

序号	评价项目			应得分	实得分	备注	
1	平均亮度	入口段 1 平均亮度		L		总分 40 分，照明区段 N 段，每个区段应得分值为 $L=40/N$	
		入口段 2 平均亮度		L			
		过渡段 1 平均亮度		L			
		过渡段 2 平均亮度		L			
		过渡段 3 平均亮度		L			
		中间段亮度（基本照明平均亮度）		L			
		出口段 1 亮度/入口段 2 平均亮度（双向行驶隧道）		L			
		出口段 2 亮度/入口段 1 平均亮度（双向行驶隧道）		L			
	亮度均匀度	亮度总均匀度	入口段 1 亮度总均匀度		U_o		总分 10 分，照明区段 N 段，每个区段应得分值为 $U_o=10/N$
			入口段 2 亮度总均匀度		U_o		
			过渡段 1 亮度总均匀度		U_o		
			过渡段 2 亮度总均匀度		U_o		
			过渡段 3 亮度总均匀度		U_o		
			中间段亮度（基本照明亮度总均匀度）		U_o		
			出口段 1 亮度/入口段 2 亮度总均匀度（双向行驶隧道）		U_o		
			出口段 2 亮度/入口段 1 亮度总均匀度（双向行驶隧道）		U_o		
		亮度纵向均匀度	入口段 1 亮度纵向均匀度		UI		总分 10 分，照明区段 N 段，每个区段应得分值为 $UI=10/N$
			入口段 2 亮度纵向均匀度		UI		
			过渡段 1 亮度纵向均匀度		UI		
			过渡段 2 亮度纵向均匀度		UI		
			过渡段 3 亮度纵向均匀度		UI		
			中间段亮度（基本照明亮度纵向均匀度）		UI		
			出口段 1 亮度/入口段 2 亮度纵向均匀度（双向行驶隧道）		UI		
			出口段 2 亮度/入口段 1 亮度纵向均匀度（双向行驶隧道）		UI		
	亮度总得分LI			60			
2	频闪STI			10			
3	应急照明中断时间EMI			10			
4	阈值增量TII			5			
5	安全辨识距离SII			5			
6	目标物对比度COI			5			
7	诱导性GUI			5			
8	合计			100			
9	隧道照明安全性要求得分（SQI）： $SQI = LI + STI + TII + SII + COI + GUI + EMI$						

【条文说明】

公路隧道照明质量基本要求是满足《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014) 作为指导依据。并且最大影响因素是亮度指标, 因此亮度总得分分值高于其他指标。

6.2.2 表 6.2.1 的亮度评价应测试夏季晴天最大亮度需求的对应区段亮度值。

【条文说明】

《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014) 以夏季最大洞外亮度为亮度设计依据。因此评价也在以夏季晴天最大亮度工况作为评价工况。

6.2.3 表 6.2.1 的各区段平均亮度实得分按以下方法计算:

$$L_i = \frac{L_{im}}{L_{id}} \times L \quad (6.2.1)$$

式中: L_i ——表示对应区段亮度实得分;

L_{im} ——表示对应区段亮度实际检测值;

L_{id} ——表示对应区段亮度设计值;

当 $\frac{L_{im}}{L_{id}} < 1$ 时, 按实际结果计算, 当 $\frac{L_{im}}{L_{id}} \geq 1$ 时, 结果取 1。

【条文说明】

亮度实际得分与设计值的比较进行得分, 在满足经济性前提下允许高于标准值。

6.2.4 表 6.2.1 的各区段亮度总均匀度实得分按以下方法计算:

$$U_{oi} = \frac{U_{oim}}{U_{oid}} \times U_o \quad (6.2.2)$$

式中: U_{oi} ——表示对应区段亮度总均匀度实得分;

U_{oim} ——表示对应区段亮度总均匀度实际检测值;

U_{oid} ——表示对应区段亮度总均匀度设计值;

当 $\frac{U_{oim}}{U_{oid}} < 1$ 时, 按实际结果计算, 当 $\frac{U_{oim}}{U_{oid}} \geq 1$ 时, 结果取 1。

6.2.5 表 6.2.1 的各区段亮度纵向均匀度实得分按以下方法计算:

$$Ul_i = \frac{Ul_{im}}{Ul_{id}} \times Ul \quad (6.2.3)$$

式中: Ul_i ——表示对应区段亮度总均匀度实得分;

Ul_{im} ——表示对应区段亮度总均匀度实际检测值;

Ul_{id} ——表示对应区段亮度总均匀度设计值;

当 $\frac{Ul_{im}}{Ul_{id}} < 1$ 时, 按实际结果计算, 当 $\frac{Ul_{im}}{Ul_{id}} \geq 1$ 时, 结果取 1。

6.2.6 表 6.2.1 的亮度总得分按下式计算：

$$LI = \sum_{i=1}^N (L_i + U_{oi} + Ul_i) \quad (6.2.4)$$

式中， N ——表示隧道照明总区段数。

【条文说明】

本条对公路隧道亮度总得分计算方法做出规定，为每个照明区段的亮度得分总和。

6.2.7 频闪要求 STI 实得分如下要求计算：

$$STI = \begin{cases} 10 & \frac{v}{d} \leq 2.5Hz, \frac{v}{d} \geq 15Hz \\ 10 \times p & 2.5Hz < \frac{v}{d} < 4Hz, 11Hz < \frac{v}{d} < 15Hz \\ 0 & 4 \leq \frac{v}{d} \leq 11Hz \end{cases} \quad (6.2.5)$$

式中， v ——表示设计时速；

d ——表示布灯间距；

p ——表示实测频闪与要求频闪的偏差，由 6.3.2 式计算。

$$p = \begin{cases} 1 - \frac{\frac{v}{d} - 2.5}{2.5} & 2.5Hz < \frac{v}{d} < 4Hz \\ 1 - \frac{15 - \frac{v}{d}}{15} & 11Hz < \frac{v}{d} < 15Hz \end{cases} \quad (6.2.6)$$

【条文说明】

本条规定结合 CIE 研究结论和《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014) 对频闪不舒适范围作为得分规定。

6.2.8 阈值增量 TII (%) 实得分如下要求计算：

$$TII = \begin{cases} 5 & TI_m \leq 15 \\ 0 & TI_m > 15 \end{cases} \quad (6.2.7)$$

式中， TI_m ——表示阈值增量实测值。

【条文说明】

本条规定结合 CIE 研究结论和《城市道路照明设计标准》(CJJ45-2015) 对眩光限制的要求做出得分规定。不同照明区段的阈值增量存在不同的情况，该项得分为所有区段阈值增量得分的平均值。

6.2.9 最小安全辨识距离 SII 实得分如下要求计算：

$$SII = \begin{cases} 5 & SD_m \geq SD \\ 0 & SD_m < SD \end{cases} \quad (6.2.8)$$

式中， SD ——表示设计时速下的停车视距；

SD_m ——表示实测安全辨识距离。

【条文说明】

本条结合行车视觉行为理论和安全停车视距的计算方法做出最小安全辨识距离规定,鼓励在满足经济性前提下最小安全辨识距离高于停车视距。

6.2.10 目标物对比度 COI 实得分如下要求计算:

$$COI = \begin{cases} 5 & C_m \geq 0.3 \\ 0 & C_m < 0.3 \end{cases} \quad (6.2.9)$$

式中, C_m ——表示实测目标物对比度。

【条文说明】

本条结合 CIE 研究结论,以满足最小对比度 0.3 为前提,根据对比度对安全的影响程度做出目标物对比度得分的规定。

6.2.11 隧道内诱导设施诱导性 GUI 得分按以下评分表格内容进行核查,逐项做出评价。

表 6.2.2 隧道诱导设施设置评价表

序号	评价项目		应得分	实得分
1	反光环 AUI	反光环颜色 ACI	1	
2		反光环间距 ADI	1.5	
3	其他诱导设施 EDI		2.5	
4		合计	5	
5	隧道诱导设施设置得分 (GUI): $GUI = ACI + ADI + EDI$			

【条文说明】

反光环颜色和间距分别评价,其他诱导设施按是否满足《公路隧道设计规范 第二册 交通工程与附属设施》(JTG D70/2—2014),满足规程要求得满分,不满足不得分。

6.2.12 应急照明中断时间 EMI 得分按以下原则确定:

长度 $L > 500m$ 的高速公路隧道,应急照明中断时间 $\Delta t > 0.3s$ 得分为 0; $0 < \Delta t \leq 0.3s$ 得分为 5 分;满足不间断供电要求得分为 10 分。

长度 $L > 1000m$ 的一级、二级公路隧道,应急照明中断时间得分按下式计算:

$$EMI = \begin{cases} 10 & \Delta t \leq 0.3 \\ 0 & \Delta t > 0.3 \end{cases} \quad (6.2.10)$$

式中， Δt ——表示照明中断时间。

【条文说明】

本条以《公路隧道照明设计细则》(JTG D70 2-01-2014)对应急照明中断时间的要求为原则作为得分计算方法。

6.3 节能性要求评价

6.3.1 隧道照明节能性要求应在检测基础上,按评分表格内容进行核查,逐项做出评价。

表 6.3.1 公路隧道照明节能性要求评价表

序号	评价项目	应得分	实得分	备注
1	智能化控制技术 ICI	20		
2	侧壁反射率纳入节能控制 RDI	10		纳入设计得分 100%, 未纳入设计得分 0
3	亮度均匀度纳入节能控制 UDI	10		
4	亮度对比度纳入节能控制 CDI	10		
5	光源显色性纳入节能控制 CRI	10		
6	基本照明功率密度 BPI	10		
7	加强照明功率密度 SPI	10		
8	新型节能技术应用 NSI	20		
9	合计	100		
10	隧道照明节能性要求得分 (EQI): $EQI = ICI + RDI + UDI + CDI + CRI + BPI + SPI + NSI$			

【条文说明】

根据研究表明,在现有隧道照明节能技术中,智能控制技术和新型节能技术的应用对节能效果影响较大,因此在分值分配上,这两项的分值比重高于其他项。侧壁反射率、亮度均匀度、亮度对比度、光源显色性均对照明节能有影响,目前在设计上尚未考虑这些因素的影响,本规程将这些因素纳入节能评价指标是对这部分节能措施的补充。功率密度是评价照明节能的有效指标,在本规程中将其一并纳入节能性评价指标体系。

6.3.2 表 6.3.1 的智能化控制技术 ICI 得分按以下原则确定:

表 6.3.2 智能化控制评价表

序号	评价项目	应得分	实得分	备注
1	控制模式得分 i_1	12		具备手动控制、预案控制和智能化控制三种方式得 12 分,只具备其中一种得 4 分,具备其中两种得 8 分。
2	智能控制技术得分 i_2	8		按一元控制得 2 分,二元控制得 4 分,三元控制得 6 分,四元及以上控制得 8 分
3	智能化控制总得分 (ICI)			

	$ICI = i_1 + i_2$
--	-------------------

【条文说明】

目前隧道照明调光技术已可以做到根据洞外亮度、交通量和交通流的实时可靠调光控制，可以体现更大的节能性并满足安全要求。因此，根据技术现状提出对智能控制技术的得分依据。

6.3.3 基本照明功率密度*BPI*和加强照明功率密度*SPI*得分按下式计算：

$$BPI \ (SPI) = 10 \times \begin{cases} 1 & LPD_m \leq LPD_o \\ 1 - \frac{LPD_m - LPD_o}{0.5 \times LPD_o} & LPD_o < LPD_m < 1.5 \times LPD_o \\ 0 & LPD_m \geq 1.5 \times LPD_o \end{cases} \quad (6.3.1)$$

式中， LPD_m ——表示实测功率密度；

LPD_o ——表示按表 4.2.4 和表 4.2.5 规定功率密度要求。

【条文说明】

本条规定结合了目前我国公路隧道照明功率现状做出得分规定。加强照明功率密度与照明区段有关，加强照明的照明功率密度为所有区段加强照明功率密度的平均值。

6.3.4 新型节能技术应用*NSI*得分按以下原则确定：

采用一种及以上新型节能技术按 100%得分；未采用新型节能技术按 0%得分。

【条文说明】

本条规定鼓励在全寿命周期经济性前提下积极采用新型节能技术。

6.4 舒适性要求评价

6.4.1 隧道照明舒适性要求应在检测基础上，按评分表格内容进行核查，逐项做出评价。

表 6.4.1 公路隧道照明舒适性要求评价表

序号	评价项目	应得分	实得分	备注
1	灯具色温范围要求 <i>LTl</i>	20		
2	色温是否可调 <i>LDI</i>	20		
3	入口段灯具色温 <i>TTI</i>	20		
4	色温差 <i>DTI</i>	20		
5	隧道涂装 <i>TCI</i>	20		
6	合计	100		

7	隧道照明舒适性要求得分（ <i>CQI</i> ）： $CQI = LTI + LDI + TTI + DTI + TCI$
---	---

【条文说明】

根据研究结果表明，在现有影响隧道行车舒适性的因素中，灯具的色温、墙面涂装和诱导设施的设置对舒适性影响较大，因此，在分值分配上，这三项的分值高于其他项。

6.4.2 灯具色温要求*LTI*得分按以下原则确定：

灯具色温在要求范围内按 100%得分；不在要求范围内得分为 0。

6.4.3 灯具色温是否可调*LDI*得分按以下原则确定：

灯具色温可调按 100%得分，色温不可调得分为 0。

6.4.3 入口段灯具色温要求*TTI*得分按下式计算：

$$TTI = 20 \times \left(1 - \frac{|T_{tcm} - T_{tc}|}{T_{tc}}\right) \quad (6.4.1)$$

式中， T_{tc} ——表示 4.4.2 规定临界上限或下限色温；

T_{tcm} ——表示实测入口段灯具色温；

TTI ——按上限或下限色温计算值取最小值作为最终得分。

6.4.4 同座隧道灯具色温差要求*DTI*得分按得分按下式计算：

$$DTI = 20 \times \left(1 - \frac{DTI_m}{3000}\right) \quad (6.4.2)$$

式中， DTI_m ——表示实测灯具色温差；

【条文说明】

这条得分根据实际色温差与规定色温差的偏差进行计算得分。

6.4.5 隧道涂装*TCI*得分按以下原则确定：

表 6.4.2 隧道涂装要求评价表

序号	评价项目		涂装颜色	
			应得分	实得分
1	涂装 <i>TCI</i>	出入口全断面涂装 <i>OCI</i>	10	
2		内部两米以下涂装 <i>ICI</i>	10	
3		合计	20	
4		隧道涂装（ <i>TCI</i> ）： $TCI = OCI + ICI$		

【条文说明】

根据隧道涂装对舒适性的影响,这条得分原则根据涂装范围和涂装颜色两项综合考虑得分。

6.5 总体评价

6.5.1 公路隧道照明质量总体评价 (LQI) 应由安全性要求评价 (SQI)、节能性要求评价 (EQI) 和舒适性要求评价 (CQI) 加权相加。

6.5.2 公路隧道照明质量总体评价 (LQI) 由下式计算:

$$LQI = 0.6 \times SQI + 0.3 \times EQI + 0.1 \times CQI \quad (6.5.1)$$

【条文说明】

在公路隧道照明质量评价体系的三类分项中,根据重要性程度占比不同,安全性要求必须满足,其占比为 60%;其次是节能性要求,占比 30%;舒适性要求占比 10%。总体评价由这三项分项评价得分根据占比权重相加可得。

6.5.3 公路隧道照明质量总体评价 (LQI) 根据结果应采取如下措施:

表 6.5.1 公路隧道照明质量总体评价结果措施表

序号	评价得分	评价等级	措施
1	$LQI \geq 90$	优	
2	$80 \leq LQI < 90$	良	
3	$65 \leq LQI < 80$	合格	改进技术措施
4	$LQI < 65$ 或 $SQI \leq 85$	不合格	整改,重新评价

【条文说明】

在公路隧道照明质量评价体系中,必须满足占比为 60%的基本要求,因此当总体评价得分低于 60 分时,评价结果为不合格,需要重新整改。得分在 60 分和 80 分区间时,可以判定为安全性和节能性措施不够,结果为合格,但应进一步改进措施提高质量;在 80 分和 90 分区间,判定为良,90 分以上判定为优。

算例:

某一长隧道,照明区段划分为入口段 1、入口段 2、过渡段 1、过渡段 2、过渡段 3、中间段、出口段 1 和出口段 2。经检测,每一区段的亮度和亮度均匀度均满足设计要求,其他项得分分别如下表所示:

表 6.5.2 安全性要求得分

序号	评价项目		应得分	实得分	备注
1	平均亮度	入口段 1 平均亮度	5	5	总分 40 分,照明区段 N 段,每个区段应得分值为 $L=40/N$
		入口段 2 平均亮度	5	5	
		过渡段 1 平均亮度	5	5	
		过渡段 2 平均亮度	5	5	
		过渡段 3 平均亮度	5	5	
		中间段亮度(基本照明平均亮度)	5	5	

		出口段 1 亮度/入口段 2 平均亮度（双向行驶隧道）		5	54	
		出口段 2 亮度/入口段 1 平均亮度（双向行驶隧道）		5	5	
亮度均匀度	亮度总均匀度	入口段 1 亮度总均匀度	1.25	1.25	总分 10 分，照明区段 N 段，每个区段应得分值为 $U_0=10/N$	
		入口段 2 亮度总均匀度	1.25	1.25		
		过渡段 1 亮度总均匀度	1.25	1.25		
		过渡段 2 亮度总均匀度	1.25	1.25		
		过渡段 3 亮度总均匀度	1.25	1.25		
		中间段亮度（基本照明亮度总均匀度）	1.25	1.25		
		出口段 1 亮度/入口段 2 亮度总均匀度（双向行驶隧道）	1.25	1.25		
		出口段 2 亮度/入口段 1 亮度总均匀度（双向行驶隧道）	1.25	1.25		
	亮度纵向均匀度	入口段 1 亮度纵向均匀度	1.25	1.25	总分 10 分，照明区段 N 段，每个区段应得分值为 $U_1=10/N$	
		入口段 2 亮度纵向均匀度	1.25	1.25		
		过渡段 1 亮度纵向均匀度	1.25	1.25		
		过渡段 2 亮度纵向均匀度	1.25	1.25		
		过渡段 3 亮度纵向均匀度	1.25	1.25		
		中间段亮度（基本照明亮度纵向均匀度）	1.25	1.25		
		出口段 1 亮度/入口段 2 亮度纵向均匀度（双向行驶隧道）	1.25	1.25		
		出口段 2 亮度/入口段 1 亮度纵向均匀度（双向行驶隧道）	1.25	1.25		
亮度总得分 LI			60	60		
2	频闪 STI			10	7.6	
3	应急照明中断时间 EMI			10	10	
4	阈值增量 TH			5	0	
5	安全辨识距离 SII			5	5	
6	目标物对比度 COI			5	5	
7	诱导性 GVI			5	3.5	
	合计			100	91.1	
8	隧道照明安全性要求得分（ SQI ）： $SQI = LI + STI + TH + SII + COI + GVI + EMI = 91.1$					

表 6.5.3 节能性要求得分

序号	评价项目	应得分	实得分	备注
1	智能化控制技术 ICI	20	12	纳入设计得分100%, 未纳入设计得分0
2	侧壁反射率纳入节能控制 RDI	10	0	
3	亮度均匀度纳入节能控制 UDI	10	0	
4	亮度对比度纳入节能控制 CDI	10	0	
5	光源显色性纳入节能控制 CRI	10	0	
6	基本照明功率密度 BPI	10	8	
7	加强照明功率密度 SPI	10	8.5	
8	新型节能技术应用 NSI	20	20	
9	合计	100	48.5	
10	隧道照明节能性要求得分 (EQI):			

	$EQI = ICI + RDI + UDI + CDI + CRI + BPI + SPI + NSI = 48.5$
--	--

表 6.5.4 舒适性要求得分

序号	评价项目	应得分	实得分	备注
1	灯具色温范围要求 LTI	20	20	
2	色温是否可调 LDI	20	0	
3	入口段灯具色温 TTI	20	15	
4	色温差 DTI	20	10	
5	隧道涂装 TCI	20	10	
6	合计	100	55	
7	隧道照明舒适性要求得分 (CQI): $CQI = LTI + LDI + TTI + DTI + TCI = 55$			

$$LQI = 0.6 \times SQI + 0.3 \times EQI + 0.1 \times CQI = 0.6 \times 91.1 + 0.3 \times 48.5 + 0.1 \times 55 = 74.71$$

根据表 6.5.1 的评价，属于合格，但需进行技术改进。

用词说明

1 本细则执行严格程度的用词，采用下列写法：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的用词，正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

- 1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本细则的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”；
- 2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。