



T/CECS G XXXX: 20XX

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction
Standardization

公路隧道照明设施服役性能评
价及维护技术规程

Technical Specifications for Service Performance Evaluation and
Maintenance Technology of Highway Tunnel Lighting Facilities

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

征求意见稿

(空白)

征求意见稿

征求意见稿

中国工程建设标准化协会标准

公路隧道照明设施服役性能评价及维护技术规程

Technical Specifications for Service Performance Evaluation
and Maintenance Technology of Highway Tunnel Lighting
Facilities

T/CECS G: DXX-XX-XXXX

主编单位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会下达的《关于印发<2021 年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]11 号）的要求，由招商局重庆交通科研设计院有限公司作为主编单位承担《公路隧道照明设施服役性能评价及维护技术规程》（以下简称“本规程”）的制订工作。

编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考了国内外相关技术标准，进行了必要的理论研究，并在广泛征求意见的基础上，完成了本规程的编写工作。

本规程共分为 5 章，主要技术内容包括：总则、术语与符号、基本规定、照明设施服役性能评价、照明设施维护措施。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，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，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或陈建忠（地址：重庆市南岸区学府大道 33 号招商局大厦；邮政编码：400067；电子邮箱：chenjianzhong@cmhk.com），以便修订时研用。

主 编 单 位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

参 编 单 位：

主 编：

主要参编人员：

主 审：

参与审查人员：

参 加 人 员：

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	2
2.1 术 语	2
2.2 符 号	2
3 基本规定	3
3.1 一般规定	3
3.2 评价与维保原则	3
3.3 评价的启动条件	3
3.4 评价与维保流程	3
4 照明设施服役性能评价	5
4.1 一般规定	5
4.2 设备性能评价	5
4.3 综合性能评价	7
4.4 评价等级	8
5 照明设施维保措施	9
5.1 一般规定	9
5.2 维保内容	9
5.3 维保对策	11
5.4 维保结果评估	12

征求意见稿

1 总 则

1.0.1 为规范的评价公路隧道照明设施服役性能，制定维修技术方案，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各等级公路隧道照明设施的评价与维修工作。

条文说明：

本条所称各等级公路隧道，是指技术等级为四级及以上的公路隧道。

1.0.3 公路隧道照明设施评价范围应包括设施安装状态、表观状态、完好状态与功能状态，并根据评价结果划分照明设施维修应划分等级，实施分级维修。

条文说明：

本条所称设施安装状态、表观状态、完好状态、功能状态覆盖设施从物理形态到实际运行的全要素。安装状态核查设备的安装位置、固定方式、排布规范度，排查安装错位、固定松动、受力异常等基础性问题；表观状态侧重外观检查，识别构件缺损、变形、锈蚀、积污、破损等直观缺陷；完好状态判定设备本体、零部件、附属配件是否完整可用，区分设备局部损坏与整体失效；功能状态检验照明发光、系统控制、应急切换、电气安全、照明指标等实际使用效能。

1.0.4 公路隧道照明设施服役性能与维修工作，应遵循全面系统、客观合理和科学实用的原则。

1.0.5 公路隧道照明设施服役性能评价及维修除应符合本规程的规定外，也应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 隧道照明设施 Tunnel lighting facilities

为保障公路隧道区域行车视觉安全而设置的各类照明设备、电气线路、配电装置、控制系统及配套附属构件的总称。

2.1.2 服役性能 In-service performance

照明设施实际工作环境与载荷下持续满足设计功能、安全标准、耐久要求的综合能力。

2.1.3 故障 Fault

当安装的设备不能正常工作，不满足运营方使用要求时，称为故障，故障分为失能型故障和损坏型故障。失能型指设备还在工作，但不能发挥出设计的功效。损坏型故障指设备已经无法工作。

2.1.4 设备性能评价 Equipment performance evaluation

隧道设施从几何形态、外观状况、部件完整性、电气安全、控制功能等方面开展的技术状态评价。

2.1.5 综合性能评价 Comprehensive performance evaluation

隧道设施从照明功能指标开展的技术状态评价。

2.2 符号

J_t ——单台设备的检查项目合格率；

N_q ——检查合格的项目数；

N_t ——该设备的全部检查项目数；

Q_t ——单台设备的设备性能状态得分；

Q_i ——该设备的技术状况得分；

N ——该设备的总台数；

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 隧道照明设施服役性能评价应覆盖隧道内所有照明设施，不可采用抽检方式。

3.1.2 每座隧道的照明设施作为一个单位工程进行独立评价。

3.1.3 隧道照明设施按系统功能划分为洞内基础照明、应急照明、洞外引道照明、照明路线、智能调光系统。

3.2 评价与维养原则

3.2.1 隧道照明设施维养应根据服役性能评价结果开展分级维养决策。

3.2.2 公路隧道照明设施维养应遵守《公路隧道养护技术规范》中养护方法开展。

3.2.3 公路隧道照明设施维养宜避免影响正常交通，影响交通时，应按相关规定向社会公告。

3.3 评价的启动条件

3.3.1 公路隧道照明设施服役性能评估的周期应根据隧道照明设施实际状态确定，评估周期宜每半年一次，最长不得超过1年一次。

3.3.2 在发生以下事件后，应对公路隧道照明设施服役性能评估：

1 隧道年交通量较上一年增加了20%以上。

2 隧道改造提升造成隧道内亮度发生变化。

3 隧道管理单位认为有必要时。

条文说明：

隧道年交通量较上一年增加20%以上时，车流密度、车辆灯光干扰、路面反光条件均发生明显改变，原有照明配光、亮度标准难以匹配新的通行需求，同时车流量增大也会提升照明设施持续运行负荷，因此需立即开展性能评估，校验照明系统适配性；隧道实施改造、路面翻新、断面调整等工程后，洞内空间、反射条件、视距环境改变，会直接影响照明实际效果，亮度参数偏离设计值，必须重新评估照明设施综合服役性能；隧道管理单位在日常巡检中发现照明故障频发、亮度异常、设备老化严重、极端天气影响设施运行等情况时，可自主启动评估，赋予现场管理单位灵活处置权限，实现问题早发现、早处置。

3.4 评价与维养流程

4.3.1 隧道运营管理部门应委托具有相应资质和业绩的单位开展隧道照明设施服役性能评估工作，服役性能评估工作流程可按图实施。

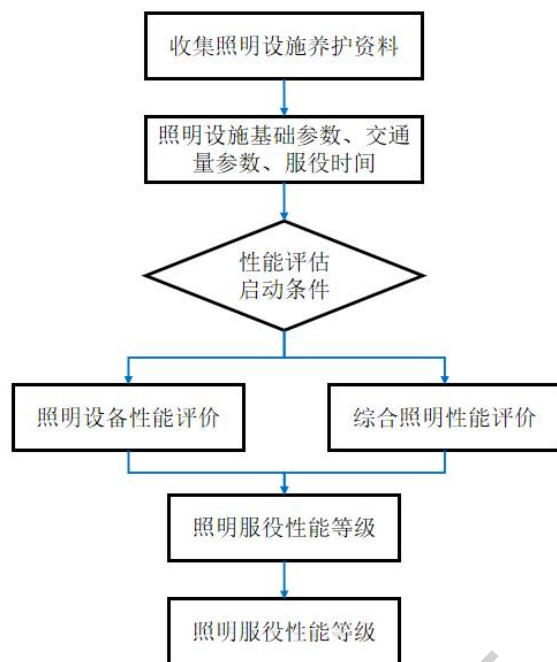


图 3.1 公路隧道照明设施服役性能评估流程

4 照明设施服役性能评价

4.1 一般规定

4.1.1 照明设施服役性能评价应包括设备性能评价与综合性能评价两个部分。

4.1.2 设备性能评价应考虑照明设备几何形态、表观状态与完好情况的技术要求。

4.1.3 综合性能评价应考虑照明区段功能的技术要求。

4.1.4 照明设施服役性能评价可选取指标体系法、专家调查法、试验模拟等方法，也可综合多种方法进行详细评估。

4.1.5 照明总体设施服役性能等级应采用设备性能和综合性能两者中最差的性能评价类别作为照明设施总体服役性能类别。

条文说明：

将评价划分为设备性能评价与综合性能评价两方面，是从设备本体和功能效果两个维度开展全维度评估。设备性能聚焦照明设施本身的完好性、运行状态，综合性能侧重洞内照明实际使用效果与光学指标，二者互为补充，可完整反映隧道照明设施整体服役水平，避免单一评价维度造成判断偏差。

几何形态、表观状态、部件完好情况是照明设备正常运行的基础条件。灯具变形、部件缺损、安装错位等问题，不仅会降低照明效果，还易引发线路受力异常、接触不良等次生故障，因此将上述内容作为设备性能评价的基础技术要求。

隧道照明的核心作用是保障行车视觉安全，不同照明区段需满足对应的光学功能要求。综合性能评价以照明区段为单元、以光学指标为核心，直接检验照明系统是否达到设计及行车安全标准，是衡量照明设施实际服役价值的关键环节。

4.2 设备性能评价

4.2.1 设备性能评价范围应包括隧道照明灯具、引道照明灯具、智能调光系统与照明线路等设备。

4.2.2 照明设施应以每台设备检查项目合格率为基础，并考虑关键检查项目最不利情况，确定单台设备的状态（正常或故障）以及该设备的设备性能评价价值。

条文说明：

单台设备状态判定以检查项目合格率为基础，同时重点把控带*标识的关键项目。关键项目直接关系用电安全、应急保障、系统控制等核心功能，一旦失效会直接引发安全隐患，因此设置“关键项目不合格即判定设备故障、得分归零”的管控要求，兼顾整体抽检结果与薄弱风险点，客观反映单台设备真实运行状态。

4.2.3 照明设施所需的资料应主要来源于评价周期内日常巡查、经常性检查和定期检查成果，根据需要也可包括专项检查、应急检查、状态监测等养护工作成果。

4.2.4 隧道照明灯具检查项目与技术要求应符合表 4.2.4 规定，数量应按设备的实际台套进行统计。

表 4.2.4 隧道照明灯具检查项目与技术要求

项次	检查项目	技术要求	检查点（组）统计值
1	总体	电压应稳定，灯具无闪烁和熄灭，以及亮度明显下降现象；高压钠灯电器设施应无损坏；LED 灯电源模块应无损坏；绝缘检查均为应正常	灯具数量
2	外观完整性	设备不缺损、不丢失部件，无明显歪斜	灯具数量
3	各安装部件	各安装部件无松动、缺损	灯具数量
4*	控制模式	可自动、手动两种方式控制全部或部分照明设施的启动、关闭或符合设计要求	隧道数量

5*	控制功能	可控，照明控制方案与现场实际情况吻合	隧道数量
6*	紧急照明	双路供电照明系统、主供电路停电时，应自动切换到备用供电线路上	低压配电室数量
7*	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	照明配电箱数量
8*	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	隧道单洞数量

4.2.5 引道照明灯具检查项目与技术要求应符合表 4.2.5 规定，数量应按设备的实际台套进行统计。

表 4.2.5 引道照明灯具检查项目与技术要求

项次	检查项目	技术要求	检查点（组）统计值
1	总体	电压应稳定，灯具无闪烁和熄灭，以及亮度明显下降现象；高压钠灯电器设施应无损坏；LED 灯电源模块应无损坏；绝缘检查均为应正常	灯具数量
2	外观完整性	灯杆基础、支撑稳固，无明显歪斜，灯杆外观应无裂纹，焊接及连接部位应无松动、腐蚀、损伤	灯具数量
3*	控制模式	可自动、手动两种方式控制全部或部分照明设施的启动、关闭或符合设计要求	隧道数量
4*	灯杆防雷接地电阻	$\leq 10\Omega$	灯具数量
5*	配电箱绝缘电阻	强电端子对机壳 $\geq 50\text{M}\Omega$	配电箱数量
6*	隧道共用接地电阻	$\leq 1\Omega$	隧道单洞数量

4.2.6 智能调光系统检查项目与技术要求应符合表 4.2.6 规定，数量应按设备的实际台套进行统计。

表 4.2.6 引道照明灯具检查项目与技术要求

项次	检查项目	技术要求	检查点（组）统计值
1*	总体	调光精度应正常；调光控制器应正常运行；调光线路接头应稳定；调光软件运行应正常。	控制服务器数量

4.2.7 照明线路检查项目与技术要求应符合表 4.2.7 规定，数量应按设备的实际台套进行统计。

表 4.2.7 照明线路检查项目与技术要求

项次	检查项目	技术要求	检查点（组）统计值
1*	总体	回路工作应正常；应无腐蚀及损伤；托架应无松动及损伤；对地绝缘检查应正常。	照明区段数量

4.2.8 照明设施设备性能评价结果应符合下列规定：

1 单台设备的检查项目合格率应按式（4.2.8-1）计算。检查项目符合技术要求为合格，否则为不合格。

$$J_i = \frac{N_{qi}}{N_{ti}} \times 100\%$$

(4.2.8-1)

式中: J_i ——单台设备的检查项目合格率, 0~100%;

N_q ——检查合格的项目数;

N_i ——该设备的全部检查项目数。

2 单台设备的设备性能状态得分应按式(4.2.8-2)进行计算。

$$Q_i = J_i \times 100$$

(4.2.8-2)

式中: Q_i ——单台设备的设备性能状态得分, 0~100。

3 当单台设备的关键检查项目(以“*”标识)出现不合格时, 该台设备的性能状态应视为故障, 且设备性能状态得分应视为0。

4 各设备的技术状况得分应按式(4.2.8-3)进行计算。

$$Q_t = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}$$

(4.2.8-3)

式中: Q_t ——该设备的技术状况得分, 0~100;

N ——该设备的总台数。

5 各设备的性能评价结果应按表4.2.8执行。

表 4.2.8 设备性能状态评价结果

设备性能状态等级	一级	二级	三级	四级
设备性能状态得分	[95, 100]	[88, 93)	[80, 88)	[0, 80)

4.3 综合性能评价

4.3.1 综合性能评价范围应包括路面平均亮度、亮度总均匀度、亮度纵向均匀度、侧壁墙面亮度。

4.3.2 综合性能评价应按照入口照明段、过渡照明段、中间照明段、出口照明段与洞外引道照明段划分评价分区, 每个分区宜划分多个评价区域。

4.3.3 综合性能评价区域的起点和终点宜选择同侧基本照明灯具所在位置对应的隧道横断面, 纵向区域距离宜为100m。

4.3.4 纵向区域距离不足100m时, 应选择被测试照明段内不包括第一组和最后一组灯具的照明区域作为评价区域。

4.3.5 侧壁墙面亮度应包括隧道两侧2m以下墙面, 纵向范围应与对应的隧道路面评价区域一致。

条文说明:

在公路隧道的不同照明段中, 中间照明段通常可以满足评价区域距离100m的要求, 而入口照明段、过渡照明段和出口照明段一般难以满足这一要求。一组灯具是指隧道同侧相邻两盏基本照明灯具及其之间的加强照明灯具(如有)。

4.3.6 综合性能评价检查项目与技术要求应符合表4.3.6规定。

表 4.3.6 综合性能评价检查项目与技术要求

项次	检查项目	技术要求	检查点（组）统计值
1	路面平均亮度	符合设计要求	检查区段数量
2	亮度总均匀度	符合设计要求，无要求时： ≥ 0.3	检查区段数量
3	亮度纵向均匀度	符合设计要求，无要求时： ≥ 0.5	检查区段数量
4	侧壁墙面亮度	两侧墙面 2m 高范围内的平均亮度不小于路面平均亮度的 60%。	检查区段数量

4.3.7 当任一照明区段综合性能评价的检查项目出现不合格时，该隧道的照明设施综合性能状态应视为失效，且综合性能评价等级应视为三级。

条文说明：

隧道各照明区段的亮度、均匀度、墙面亮度等指标，直接关系行车视觉舒适度与通行安全，是照明系统发挥作用的核心体现。任一区段指标不合格，都会形成视觉隐患，影响全线行车安全，因此判定整体综合性能失效。

4.4 评价等级

4.4.1 隧道照明设施服役性能评价等级可按表 4.4.1 描述。

表 4.4.1 隧道照明设施服役性能评价等级描述

评价等级	等级描述
一级	照明设备整体完好。各项检查项目全部合格；各区段亮度、均匀度、侧壁亮度等综合光学指标均满足设计及规范要求。设施运行稳定，无故障、无安全隐患。
二级	照明设备存在少量非关键项目缺陷，整体处于良好区间。综合光学指标全部达标，照明功能正常。设施无重大故障与安全风险，局部存在轻微瑕疵，可结合常规养护同步整改。
三级	照明设备存在关键项目缺陷，部分区段照明功能失效。设备出现关键项目不合格，或设备整体缺陷较多；任一照明区段综合性能指标不达标，综合性能判定失效。照明功能受明显影响，存在一定安全隐患，需及时开展专项检修、调试与整改。
四级	照明设备大面积故障、损坏，多数检查项目不合格；多个照明区段光学指标严重不满足要求，照明基本功能丧失，行车安全无法保障。需立即停运检修、批量维修或更换设施。

5 照明设施维养措施

5.1 一般规定

5.1.1 隧道照明设施维养范围包含洞内基础照明、应急照明、洞外引道照明、照明线路、智能调光系统、配电箱、接地系统及附属构件等全部照明相关设施，覆盖设备本体、电气回路、控制系统、安全防护装置。

5.1.2 照明设施维养分为日常保养、日常维修、预防性养护、修复性养护、专项养护与应急维养。

5.1.3 照明设施维养内容应结合设施运行状态、评价等级、使用年限、交通流量开展，包含外观检查、功能测试、清洁除锈、部件紧固、线路检测、参数调试、故障维修、部件更换、安全性能复测等工作，同步做好维养台账、影像及数据记录。

条文说明：

维养内容兼顾外观、功能、安全、数据档案四大维度，做到检查、处置、记录闭环。完整台账可追溯设施服役状态，为后续性能评价、大修及设备更新提供数据支撑。隧道交通流量越大，车辆尾气、扬尘、轮胎磨损碎屑等污染物排放量越高，灯具、线路、配电箱等设施积污速度更快，易造成灯具透光率下降、电气部件接触不良、绝缘性能降低，因此需结合交通流量差异化制定维养内容与作业频次，保障设施正常运行。

5.2 维养内容

5.2.1 隧道照明设施维养应符合下列规定：

1 所有维养作业均严格遵守交通管制、高空作业、带电作业安全规范，落实安全防护措施。

2 按“一隧一档”要求，完整记录每次维养的作业时间、作业部位、故障类型、处置方式、检测数据、人员信息及影像资料。

3 结合隧道交通流量、环境条件（粉尘、潮湿、腐蚀）动态调整各类维养的作业频次与作业重点。

5.2.2 隧道照明设施日常保养以清洁、紧固、简易排查为主，每季度集中作业。日常保养内容应符合表 5.2.2 规定。

表 5.2.2 日常保养项目与内容

日常保养项目	内容描述
总体	1. 外观巡查：逐台检查灯具、灯杆、配电箱、控制箱外观，查看有无破损、歪斜、掉漆、积尘、油污、锈蚀，部件有无缺失、松动。 2 表面清洁：擦拭灯具透光罩、灯体、配电箱外表面、操作面板，清除灰尘、尾气油污、虫垢；清理灯杆、支架、托架表面杂物与浮锈。高交通流量隧道加密清洁频次，潮湿、多尘、山区隧道增加除锈、除污作业。 3 构件紧固：对灯具安装螺栓、灯杆连接固件、线路托架、箱体固定螺丝进行全面紧固，防止振动、车辆气流造成松动。 4 状态目视检查：观察灯具发光状态，排查闪烁、熄灭、亮度衰减、频闪等直观问题；检查箱体门锁、密封胶条，确保防水、防尘、防盗性能完好。
洞内基础照明、应急照明灯具	重点清洁透光面，保证透光效率；检查灯具出线口密封情况，防止渗水、进尘；应急灯具外观完整，指示灯显示正常。
洞外引道照明	检查灯杆基础有无沉降、开裂，杆体有无明显变形；清理灯杆周边杂草、堆积物，保证设施周边通行与检修空间。

照明线路	巡查线缆外观、穿线管、线槽，查看有无外皮破损、挤压、老化；检查线路敷设托架、卡扣完好性。
智能调光系统	检查服务器、控制器、操作终端运行指示灯，保证设备散热口无遮挡、积尘；核对系统界面显示数据与现场工况基本一致。
配电箱与接地系统	检查箱门密封、通风状况，箱体无积水；接地标识清晰可见，接地引线无断裂、脱落。

5.2.3 日常维修是对日常保养发现的照明设施轻微故障、非关键部件缺陷、小范围功能异常开展即时维修。日常维修内容应符合表 5.2.3 规定。

表 5.2.2 日常维修项目与内容

日常维修项目	内容描述
灯具类维修	1 更换损坏的灯具光源、驱动电源、接线端子；修复松动、脱落的灯具固定件，校正歪斜灯具。 2 修补灯具外壳、透光罩轻微裂纹，更换老化密封胶条，修复渗水、进尘缺陷。 3 引道照明修复灯杆轻微掉漆、局部锈蚀，紧固灯杆连接节点。
线路与辅材维修	1 修复线路外皮轻微破损，重新整理、固定松动线缆及托架；更换老化线缆卡扣、线槽盖板。 2 处理接线端子虚接、氧化问题，对接线部位重新压接、绝缘包裹。
箱体与控制系统简易维修	1 修复配电箱、控制箱箱门、门锁，更换破损通风网、密封件；清理箱内浮尘、杂物。 2 处理智能调光系统终端卡顿、界面显示异常等简易故障，重启故障终端设备，恢复基础功能。
接地系统简易处置	对接地引线松动、连接点氧化部位进行紧固、除锈、防腐处理。

5.2.4 预防性养护是按照季度开展照明设施性能检测、参数校验、部件养护与隐患预判。预防性养护内容应符合表 5.2.4 规定。

表 5.2.4 预防性养护项目与内容

预防性养护项目	内容描述
电气性能检测	1 逐区段检测照明回路电压、电流，核查电压稳定性，排查电压波动、三相不平衡等问题。 2 按规范抽检配电箱绝缘电阻、隧道共用接地电阻、引道灯杆防雷接地电阻，检测结果需满足本规程限值要求；对电阻超标部位及时处理。 3 检查双路供电回路，模拟主电路断电试验，验证应急照明自动切换功能，保证切换灵敏、可靠。
功能校验与参数调试	1 测试照明自动、手动两种控制模式，核对控制逻辑、开关时序与设计一致。 2 对智能调光系统进行精度校验、参数校准，测试不同工况下调光响应速度、调节精度，更新系统运行参数；检查调光线路接头稳定性，排查信号传输异常。 3 分区段抽检路面亮度、亮度均匀度、侧壁墙面亮度，对比设计值，提前微调灯具角度、安装高度，避免光学指标超标。
部件养护与防腐处理	1 对金属支架、螺栓、接线端子、接地连接点涂刷防腐、防锈涂层；潮湿、临水隧道重点加强电气部件防潮处理。 2 对长期运行的灯具电源模块、控制器进行除尘、散热养护，清理设备内部积尘。
状态分析	汇总周期内设备运行数据、检测数据，分析设施老化趋势、高频隐患点，形成预防性维养报告，预判后期故障风险。

5.2.5 修复性养护是对已出现的功能缺陷、部件损坏、指标不达标问题进行系统性修复。修复性养护内容应符合表 5.2.5 规定。

表 5.2.5 修复性养护项目与内容

修复性养护项目	内容描述
设备缺陷修复	1 对单台/小范围故障灯具、失效电源模块、损坏控制部件进行批量维修或更换；对存在缺损、变形的灯具、灯杆进行修复或整体更换。 2 整改控制模式、控制功能不合格问题，重新调试控制系统程序、线路接线，保证操控功能合规。 3 全面整改绝缘电阻、接地电阻不合格点位，更换老化线缆、破损配电箱，重新布设接地线路，直至检测达标。
照明功能与光学指标修复	1 针对亮度下降、均匀度下降、侧壁亮度下降的照明区段，开展灯具的专项修复与日常保养。 2 对照明线路腐蚀、损伤、回路故障区段，更换破损线缆、修复线路回路，保证全线供电正常。
系统整体调试	1 修复智能调光系统故障，更换故障控制器、传输线路，完成全区段联调联试，确保系统整体运行稳定。 2 应急照明系统全面检修，更换失效应急装置，反复模拟断电切换试验，保障应急功能可靠。
整改复测	修复完成后，重新开展设备性能、综合性能检测，所有指标达标后方可恢复正常运行，留存复测数据与整改记录。

5.2.6 专项养护是对设施整体老化、隧道改造后的局部升级改造和整体更换。专项养护养护内容应符合表 5.2.6 规定。

表 5.2.6 专项养护项目与内容

专项养护项目	内容描述
隧道照明灯具和引道照明灯具	灯具和电源使用寿命超过使用年限；清洁保养等养护后仍达不到设计文件的照度要求时应成批更换；达到灯具额定寿命时，应成批更换。
智能调光系统	原调光系统为传统回路控制，节能效果不明显，需升级改造。

5.2.7 照明设施在遭遇自然灾害或突发事件并产生重大安全隐患时，应及时启动应急养护。照明设施应急养护应符合下列规定。

1 照明设施应急养护时，应结合应急检查或专项检查的结果制定详细的养护方案，包括交通组织、安全防护措施以及养护措施。

2 采用临时性保通、抢修方案时，应急养护宜与修复养护或专项养护结合考虑。

5.3 维养对策

5.3.1 照明设施维养应根据服役性能评价等级，实行分级管控、分类施策、分区处置、动态管控。

5.3.2 照明设施服役性能评价等级的维养对策应符合表 5.3.1 规定。

表 5.3.2 维养对策

服役性能评价等级	等级描述	维养定位	维养内容	维养对策
一级	设施运行稳定，无故障、无安全隐患	常态标准养护，维持设施最优服役状态。	严格执行季度日常保养、季度预防性养护，按规程开展外观清洁、构件紧固、电气性能检测、功能校验、参数常态化校准；仅对巡检发	保持常规养护频次与标准，无需额外专项作业；持续完善“一隧一档”台账，跟踪设施正常老化趋势；按规定周期（最长不超过

			现的零星微小问题开展日常维修。	1 年）开展下一轮服役性能评价。
二级	存在少量非关键项目缺陷，无重大故障与安全风险	常规养护+局部整改，消除轻微瑕疵。	正常开展日常保养、预防性养护；利用日常维修及时处置所有非关键项目缺陷、局部部件松动、外观破损、轻微亮度偏差等问题。	整改工作结合常规养护同步完成，7 日内处置完毕；无需中断交通、无需专项交通管制；整改完成后做好点位记录，重点跟踪缺陷部位运行状态，维持原有评估周期。
三级	存在关键项目缺陷或综合性能失效，照明功能受明显影响，存在安全隐患	专项检修+修复性养护，消除安全隐患、恢复照明功能。	立即开展全面故障排查，针对不合格关键设备、失效照明区段实施修复性养护；同步加密日常保养与巡检频次，复测绝缘电阻、接地电阻、亮度均匀度等核心指标；对控制、供电、应急切换系统进行全功能调试。	启动专项检修流程，3 日内完成隐患排查与方案制定，15 日内完成全部整改修复；作业需提前按规定发布交通公告，合理布设交通管制措施；整改完成后必须重新开展设备性能与综合性能复测，复测合格后方可恢复常态养护；适当缩短下一轮性能评价周期。
四级	设施大面积故障、照明基本功能丧失，无法保障行车安全	紧急处置+全面抢修 / 专项养护，优先保障通行安全。	第一时间启动应急维修，布设临时照明保障基本通行；对大面积损坏设备、失效线路、瘫痪控制系统开展批量维修或整体更换，同步实施专项养护；完成全系统联调、全指标复测。	立即组织停运或限时管控，第一时间发布交通管制公告；优先调配人员、物资开展全天候抢修；短期无法修复的，永久更换老旧、超期照明设施及配套系统；整改验收合格前安排专人 24 小时值守巡查；修复验收合格后，连续两次缩短评估周期，密切监测设施运行状态。

条文说明：

隧道照明设施服役性能一级至四级，对应设施完好程度、故障类型、安全风险逐级升高，因此维养工作不能一刀切，必须以服役性能评价等级为依据，结合设施缺陷类型、影响范围，实行分级管控、分类施策、分区处置、动态调整。同一隧道不同照明区段、不同设备出现跨等级缺陷时，按照最高风险等级执行维养标准，优先管控安全隐患。

5.4 维养结果评估

5.4.1 隧道照明设施完成各类维养作业后，均应开展维养结果评估，验证维养效果、确认设施服役状态，评估结果纳入一隧一档管理。

5.4.2 评估工作可由隧道运营管理部门自行开展，涉及三级、四级评价等级整改、专项养

护、应急维修的，宜委托原性能评估单位或具备相应资质的第三方机构实施复核评估。

5.4.3 维修结果评估应在维修作业全部完工、现场清理完毕后3个工作日内完成。

5.4.4 照明设施维修结果评估内容与技术要求应符合表5.4.4规定。

表 5.4.4 维修结果评估项目与内容

评估项目	内容描述
设备状态评估	对照原设备缺陷、故障点位逐一核查，所有维修、更换、紧固、除锈、防腐部位外观完好，灯具、灯杆、配电箱、线路、支架等无破损、歪斜、松动、锈蚀；单台设备检查项目合格率、设备性能得分满足对应等级要求，带*关键检查项目必须全部合格，无新增故障点位。
综合光学性能评估	分区复测入口段、过渡段、中间段、出口段、洞外引道照明段指标：路面平均亮度、亮度总均匀度、亮度纵向均匀度、侧壁墙面亮度均符合设计及规范限值；原综合性能失效区段必须全部整改达标。
照明功能评估	全面测试照明自动/手动控制模式、智能调光系统、双路供电及应急照明自动切换功能，控制逻辑、调光精度、响应速度与设计要求一致；照明回路运行正常，无闪烁、熄灭、亮度异常等问题。
安全性能评估	复测配电箱绝缘电阻、隧道共用接地电阻、灯杆防雷接地电阻等安全指标，数值满足本规程规定限值；线路对地绝缘、设备绝缘状态正常，用电安全、防雷接地隐患彻底消除。
资料台账评估	核查维修作业记录、故障描述、处置方案、检测数据、影像资料、人员信息、交通管制记录等资料，做到内容完整、数据真实、可追溯，按档案管理要求归档至一隧一档。

5.4.5 评估报告、现场检测数据、影像资料、整改记录一并归入一隧一档，作为后续性能评价、养护计划编制、设备更新改造的依据，档案保存年限不得少于设施设计使用年限。

条文说明：

评估报告、检测数据、影像、整改记录等档案，是隧道照明设施全生命周期管理的重要资料，不仅用于日常管理，也是后期设施鉴定、大修、改造、权属移交的依据。因此规定档案保存年限不低于设施设计使用年限，保证资料全程可用。

5.4.6 原评价等级为三级、四级的设施，维修评估合格后，需设置为期3个月的重点跟踪监测期，加密日常巡检与功能性抽检频次。

条文说明：

原评价等级为三级、四级的设施，代表设备曾出现关键故障、大面积损坏或系统失效，故障复发概率高于正常设施。因此在维修评估合格后，设置3个月重点跟踪监测期，加密巡检与抽检频次，及时发现隐性复发问题；若反复出现同类故障，需深入分析设备质量、运行环境、设计适配性等根源，适时启动专项养护或系统升级改造。