|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 93.080 |
| CCS | Q 84 |

|  |
| --- |
| 3502 |

福建省厦门市地方标准

DB 3502/T XXXX—20XX

LED护栏式道路照明建设技术标准

Technical standard for LED guardrail road lighting construction

20XX - XX - XX发布

20XX - XX - XX实施

厦门市市场监督管理局  发布

目次

[前言 II](#_Toc200634485)

[1 范围 1](#_Toc200634486)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc200634487)

[3 术语和定义 1](#_Toc200634488)

[4 缩略语 2](#_Toc200634489)

[5 总体要求 3](#_Toc200634490)

[6 设计 3](#_Toc200634491)

[6.1 道路照明标准 3](#_Toc200634492)

[6.2 灯具技术要求 4](#_Toc200634493)

[6.3 供配电 7](#_Toc200634494)

[6.4 控制系统 7](#_Toc200634495)

[7 施工与验收 7](#_Toc200634496)

[7.1 施工 7](#_Toc200634497)

[7.2 验收 8](#_Toc200634498)

[8 养护与管理 10](#_Toc200634499)

[8.1 总体要求 10](#_Toc200634500)

[8.2 巡查 10](#_Toc200634501)

[8.3 维护 10](#_Toc200634502)

[8.4 检测 12](#_Toc200634503)

[8.5 管理和考核 12](#_Toc200634504)

[附录A（资料性） 灯具照明效果预仿真 14](#_Toc200634505)

[A.1 灯具照明效果预仿真 14](#_Toc200634506)

[附录B（资料性） 道路照明质量的计算 15](#_Toc200634507)

[B.1 道路照明质量光度数据的约定 15](#_Toc200634508)

[参考文献 21](#_Toc200634509)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由厦门市交通运输局提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

LED护栏式道路照明建设技术规范

* 1. 范围

本文件规定了公路及城市道路LED护栏式道路照明的设计、施工、验收、养护和管理要求。

本文件适用于新建、改建和扩建公路及城市道路的LED护栏式道路照明的设计、施工、验收、养护和管理。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 7000.1—2023 灯具 第1部分：一般要求与试验

GB 7000.203 灯具 第2-3部分：特殊要求 道路与街路照明灯具

GB 17625.1 电磁兼容 限值 第1部分：谐波电流发射限值（设备每相输入电流≤16A）

GB/T 17743 电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法

GB/T 18595 一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求

GB 50052 供配电系统设计规范

GB 50054 低压配电设计规范

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB 50303—2015 建筑电气工程施工质量验收规范

CJJ 45—2015 城市道路照明设计标准

CJJ 89 城市道路照明工程施工及验收规程

CJJ/T 227 城市照明自动控制系统技术规范

JT/T 939.4 公路LED照明灯具 第4部分：桥梁护栏LED照明灯具

JTG 2182 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程

* 1. 术语和定义

CJJ 45界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

LED护栏式道路照明 LED guardrail road lighting

以道路护栏为支撑物，LED灯具安装于距路面不高于1.2米的高度，用于照明路面或起导向作用的一种道路照明方式。

LED护栏式道路照明灯具 luminaire for LED guardrail road lighting

用于护栏式道路照明、满足道路照明要求的组合式LED照明装置，一般由LED光源、配光组件（透镜、反光器等）、直流电源、外壳、安装连接件等组成。

1. 本文件中的LED护栏式道路照明灯具简称为灯具。

出光面 luminescent surface

灯具发光单元组成的发光投影面，该投影面的四周由发光单元发出的光线在该投影面上形成的光斑确定。

光通维持率 lumen maintenance factor

灯具在规定条件下,按给定时间点燃后的光通量与其初始光通量之比。

注：LED灯具的初始光通量是指其在规定条件下点燃1000h后的出射光通量。

[来源：GB∕T 31832—2015，3.22]

寿命 life time

标准测试条件下，LED灯具保持正常燃点，且光通维持率衰减到70%时的累计燃点时间。

[来源：GB∕T 31832—2015，3.23]

控制系统automatic control system of road lighting

使用计算机、通信和远程测控等各类技术，对道路功能照明实施实时管理和程序控制的系统。

[来源：CJJ/T 227—2014，2.0.1，有修改]

设施综合完好率 comprehensive proportion in good condition of facilities

配电设施、线路、管道、工作井、照明器具、专用灯杆及金属构件等设施完好率按一定权重的计算结果。

[来源：DB 3502/T 164—2024，2.0.12]

防护等级 degree of protection

按照标准规定的检验方法,灯具外壳防止灰尘或固体异物、液态水等进入壳体内所采取的保护程度。用IP表示，I：表示防尘，P：表示防水。

[来源：CJJ 89—2012，2.0.20]

亮灯率 bright light rate

在设定的统计范围内，正常亮灯的灯具数量与该范围内灯具总数量的百分比，配电或线路原因造成的故障除外。

[来源：DB 3502/T 164—2024，2.0.10]

老化时间 aging time

灯具在正常使用条件下，经过一定时间的使用、负荷或环境作用后，出现性能、结构、外观等方面的变化和劣化所需要的时间。

光束角 beam angle

在给定平面上，以极坐标表示的发光强度曲线的两矢径间所夹的角度。该矢径的发光强度值等于50％的发光强度最大值。

[来源：JGJ/T 119—2008，5.3.4，有修改]

* 1. 缩略语

TCP/IP：传输控制协议/互联网协议（Transport Control Protocol /Inter-networking Protocol）LED：发光二极管（Light-emitting Diode）

SDCM：色匹配标准偏差（Standard Deviation of Colour Matching）

* 1. 总体要求

LED护栏式道路照明的设置不应侵入道路建筑限界内。

灯具布置应确保其具有良好的诱导性。

LED护栏式道路照明的护栏应满足相应的防撞等级要求或设计要求。

单车道道路宜采用单侧布置的方式；双车道、三车道道路宜采用双侧交错布置或双侧对称布置的方式；四车道应采用双侧对称布置的方式，四车道以上道路不宜采用护栏式灯具作为道路功能性照明。

机动车道出入口位置前后各100m的主路路段宜采用双侧布置方式。

采用单侧布置方式时不宜改变道路护栏式照明布设的路侧方向，需改变时应采用双侧布置方式过渡。

灯具出光面上沿距路面高度不应高于1.2m，灯间距不宜大于4m。

曲线路段的照明应符合以下要求：

1. 半径在1000m及以上的曲线路段，其照明指标和布置可按直线路段处理；
2. 半径在1000m以下的曲线路段，采用单侧布置时，沿曲线内侧布置的护栏灯照明应适当缩小灯具间距，灯具间距宜为直线路段灯具间距的50％~70％；
3. 在反向曲线路段上，应固定在一侧设置灯具，产生视线障碍时可在曲线外侧增设附加灯具；
4. 当曲线路段采取双侧布置灯具时，宜采用对称布置。
   1. 设计
      1. 道路照明标准
         1. 等级分类

道路照明等级分为三级,具体划分见表1。

1. 道路照明等级分类

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **道路照明等级** | **城市道路** | **公路** |
| Ⅰ级 | 快速路、主干路 | 车流密度较大或/和视距条件较差或/和公路自身条件复杂 |
| Ⅱ级 | 次干路 | 车流密度适中、视距条件良好、公路自身条件良好 |
| Ⅲ级 | 支路 | - |

* + - 1. 照明标准值

各道路照明等级的照明标准值应符合表2的规定。

1. 照明标准值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **道路**  **照明**  **等级** | **路面亮度** | | | **路面照度** | | **眩光限制阈值增量**TI(%)  最大初始值 |
| **平均亮度**Lav(cd/m2)  维持值 | **总均匀度**UO  最小值 | **纵向均匀度**UL  最小值 | **平均照度**Eav(lx)  维持值 | **均匀度**  UE  最小值 |
| Ⅰ级 | 2.00 | 0.4 | 0.7 | 30 | 0.4 | 10 |
| Ⅱ级 | 1.50 | 0.4 | 0.6 | 20 | 0.4 | 10 |
| Ⅲ级 | 0.75 | 0.4 | — | 10 | 0.3 | 15 |

* + - 1. 照明功率密度限值

各道路照明等级功率密度限值应符合表3的规定。

1. 照明功率密度限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **道路照明等级** | **车道数**a  条 | **照明功率密度限值**  W/m2 |
| Ⅰ级 | ≥3 | ≤1.00 |
| ＜3 | ≤1.20 |
| Ⅱ级 | ≥2 | ≤0.85 |
| ＜2 | ≤0.90 |
| Ⅲ级 | ≥2 | ≤0.50 |
| ＜2 | ≤0.60 |
| 1. 车道数为公路和城市道路单向行驶车道数。 | | |

* + 1. 灯具技术要求
       1. 外观

灯具外壳涂漆应色泽均匀、无气孔、无裂缝、无杂质，涂层应牢固地粘附在基础材料上。

灯具各部件机壳表面应光洁、平整，不应有划伤、裂缝、变形等缺陷。

灯具表面各紧固螺钉应拧紧，边缘应无毛刺和锐边，各连接应牢固无松动，灯具的紧固、连接和密封要求应符合GB/T 7000.1—2015中4.12的规定。

* + - 1. 结构性能

灯具壳体宜采用符合国家相关标准的轻质材料，如铝合金材料、304不锈钢材料等。

灯具安装紧固件宜采用304不锈钢材料。

灯具安装方式应与道路护栏原有结构适配，嵌入式安装灯具宜采用卡扣方式固定安装。

灯具安装应便于调整位置和角度，以达最佳安装和照明效果。

外壳防护等级不应低于IP66，为减少灯具内部水雾、积尘对配光和灯具寿命的影响，灯体宜采用全密闭式防水结构。

* + - 1. 光学性能

灯具初始光通量不应低于额定光通量的90%，不应高于额定光通量120%。

灯具光通量维持率应符合表4的规定。

1. 灯具光通量维持率

|  |  |
| --- | --- |
| **老化时间**  h | **光通量维持率**  ％ |
| 3000 | ≥98 |
| 6000 | ≥96 |
| 10000 | ≥93 |
| 1. 老化时间包括灯具老化试验的1000h。 | |

灯具的初始光效不应低于表5的要求。

1. 初始光效要求

|  |  |
| --- | --- |
| **额定相关色温（CCT）**  K | **初始光效**  lm/W |
| ＜3500 | 95 |
| ≥3500 | 100 |

灯具的显色指数不应小于70。

灯具额定相关色温不宜高于4000K。

灯具的色容差应不大于7 SDCM。

* + - 1. 寿命

在正常工作条件下，灯具的寿命不应低于50000h。

* + - 1. 安全性能
         1. 防撞

灯具出光面应采用钢化玻璃罩保护，其出光面应免受外部弹射物冲击，出光面钢化玻璃罩厚度不应低于5mm，防碰撞等级不应低于IK08。

高架桥、桥梁等易发生强烈振动和易发生碰撞的场所，应对灯具采取防振措施和防坠落装置。

* + - * 1. 电气

灯具使用的驱动电源应通过国家强制性产品认证，并应具有过压保护、短路保护和防雷击保护功能。

灯具功率因数不应低于0.95。

灯具的功率应符合表6的要求。

1. 灯具功率要求

|  |  |
| --- | --- |
| **额定功率** | **允许功率范围** |
| ＜10W | 80％～120％ |
| ≥10W | 90％～110％ |

灯具电气安全性能要求应符合GB/T 7000.1和GB 7000.203的规定。

* + - * 1. 电磁兼容

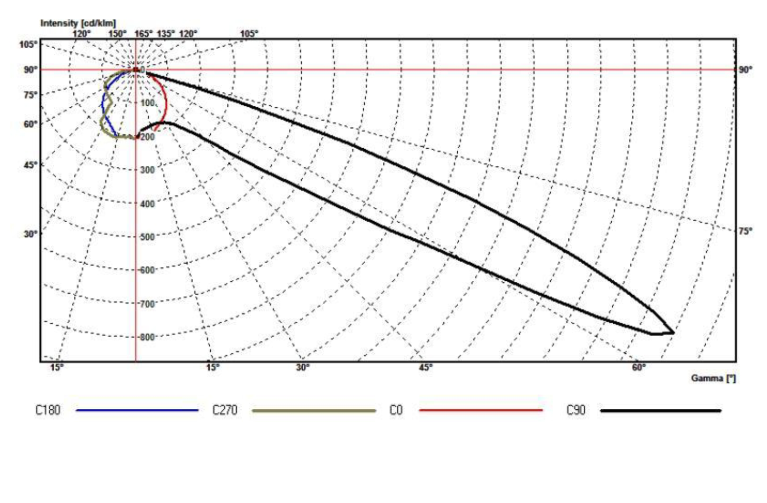
灯具的无线电骚扰特性应符合GB/T 17743的规定。

灯具的谐波电流特性应符合GB 17625.1的规定。

灯具电磁兼容抗扰度应符合GB/T 18595的规定。

* + - 1. 配光

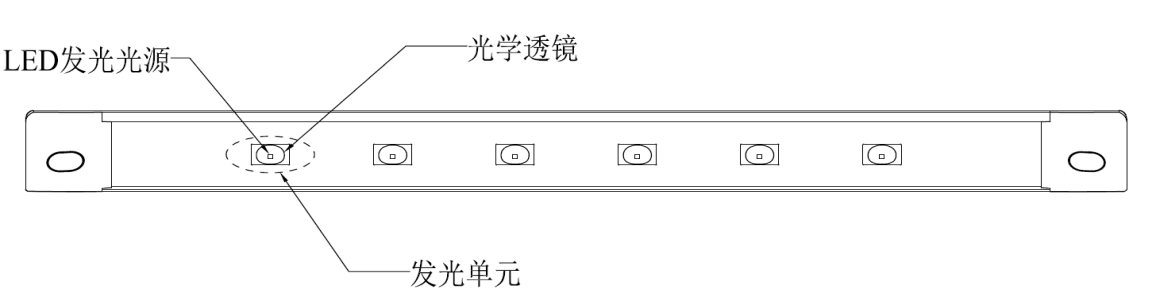
灯具配光在垂直于行车方向的平面上的光束角应小于20°。参考配光见图1。



1. C90-C270平面为垂直于行车方向的平面。
2. 参考配光
   * + 1. 眩光抑制

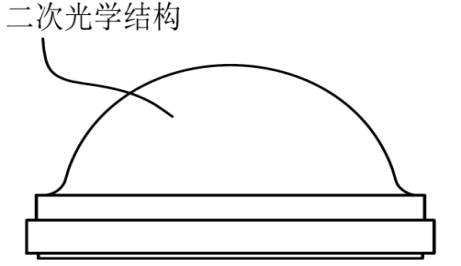
灯具在正常安装状态下,与垂直轴成90°方向上发光单元的发光强度宜小于10cd，且灯具上射光通量占比宜不大于3％。

1. 发光单元指灯具内独立的发光模块，包含至少一个LED发光光源及与之匹配的光学透镜或反光杯，如图2所示。



1. 发光单元示意图
   * + 1. 颜色均匀性

LED光源应带有近半球形的二次光学结构，如图3所示，可提升LED光源的光色均匀性，减少路面的“黄斑”现象。



1. LED光源二次光学结构
   * 1. 供配电

LED护栏式道路照明的供配电系统设计应符合CJJ 45—2015中 6.1的有关规定。

LED护栏式道路照明配电系统应采用低压交流或低压直流供电，正常工作电压应为额定电压90％~105％。

灯具的输入电压宜采用DC24V。

LED护栏式道路照明供电电缆中性线的截面不应小于相线的导线截面，且应满足不平衡电流及谐波电流的要求。

在新建工程中，LED护栏式道路照明的电缆线路宜沿护栏管敷设。在改建、扩建的工程中，LED护栏式道路照明的电缆线路不具备暗敷条件的，宜穿保护管明敷。

LED护栏式道路照明配电箱（柜）、开关电源箱宜采用不锈钢壳体，其防护等级应不小于IP54。

照明配电箱（柜）回路应设短路保护、过负荷保护和接地故障保护。

照明配电箱（柜）回路应设置剩余电流动作保护电器作为附加防护。

* + 1. 控制系统

应根据厦门地区季节变化合理确定照明的开关时间，宜采用光控、时控或者两者相结合控制方式。

在通信中断的情况下，LED护栏式照明系统应具有离线自动开关照明的功能。

宜根据护栏灯照明系统的实际情况、气象变化、道路交通流量变化以及管理需求等,选择回路控制。

中间控制器宜安装在道路照明的配电装置内。

控制系统应采用基于TCP/IP的通信方式或专用无线数据传输网络。

控制系统应具有防雷、抗干扰多重保护措施，确保系统设备运行的可靠性。

本文件中未提及的控制系统要求按照CJJ/T 227—2014的第4章执行。

* 1. 施工与验收
     1. 施工
        1. 总体要求

施工应按照设计图进行。各工序完成后，施工单位应进行自检，自检合格后经监理检查认可后，方可进行下一工序。隐蔽工程应办理隐蔽工程验收签证后方可隐蔽。

施工发生变更时应办理相应变更手续，经批准后方可实施。

施工过程中应做好施工、检验、调试、试运行和变更设计等相关记录。

施工过程中应保存进场检验记录、产品技术文件、抽样检测报告作为验收依据。

抽查样本数量应符合GB 50303—2015的第18章要求。

本文件未提及的施工要求按照CJJ 89的规定执行。

* + - 1. 进场验收

进场设备和材料应符合国家现行产品技术标准的规定，并应有合格证件和铭牌。

灯具照明效果应提供预仿真结果，预仿真方法可参照附录A。

进场设备和材料达到现场后，应满足以下要求，并对其进行抽样送检：

1. 包装和密封完整良好；
2. 技术文件齐全（含第三方机构检测报告），并有装箱清单；
3. 按装箱清单检查清点，型号、规格和数量符合设计要求，附件、配件齐全。

所有进场设备和材料应在验收合格后方可使用。

* + - 1. 灯具施工

灯具安装时应调整其出光面与水平面的夹角，利用测角装置保证角度符合设计要求，并在灯具安装处标明调节角度。

灯具线路接口处应有防水防尘措施，防护等级应不小于IP66。

* + - 1. 供配电施工

桥梁上明装配电箱（柜）时，配电箱应采用金属膨胀螺栓或支架安装牢固，确保垂直度偏差不超过3mm。导线进出口宜设在箱体下底面，并加装防水弯和橡胶护套。

桥梁上暗装配电箱（柜）时，箱体应与桥面护栏紧贴并应做好密封。

配电箱（柜）至灯具的线缆在进口处应转为挠性线管过渡。

进出线电缆宜预埋好线缆管道。

电缆在保护管内不应有接头，每根保护管宜穿1根电力电缆。

进出管孔应进行密封处理，封堵材料宜采用阻燃材料。

电缆敷设前应测试绝缘电阻，测试结果应符合GB 50150的要求。

电缆分支、接头、管路方向改变、保护管材变化或直线段超过50m时，应设置接线盒。

在经常受到振动的桥梁上敷设的电缆，应采取防振措施。桥墩两端和伸缩缝处的电缆，应留有松弛部分。

电缆线路保护管明敷时，应安装牢固，固定点间距不宜大于3m。电缆保护管的直线长度超过30m时，宜加装伸缩节。

线路及导管跨越桥梁变形缝处时，应设置补偿措施。

明敷于潮湿场所或埋地敷设的金属导管，应采用管壁厚度不小于2.0mm的钢导管。

本文件未提及的施工要求按照CJJ 89的规定执行

* + - 1. 控制系统安装

控制系统安装按照CJJ/T 227—2014中5.2的有关规定执行。

* + 1. 验收
       1. 总体要求

竣工前，施工单位应进行设备自检和系统试运行，并委托有资质的第三方检测机构对相关规定的项目进行检测。

建设单位应组织实施项目工程竣工验收工作，进行验收资料检查、现场施工质量和观感检查、检测项目抽检，验收内容包括但不限于：

1. 道路照明质量；
2. 灯具；
3. 供配电；
4. 控制系统。

验收资料应包括但不限于以下内容：

1. 施工合同；
2. 竣工报告；
3. 施工图会审纪要、设计变更文件、竣工图纸；
4. 主要设备材料、材料合格证和检测报告等；
5. 产品说明书、试验记录、合格证及安装图纸等技术文件；
6. 备品备件清单；
7. 隐蔽工程施工及验收记录；
8. 现场安装调试记录、平台试运行记录；
9. 系统检测报告；
10. 用户平台操作手册。

本文件未提及的验收要求按照CJJ 89的规定执行。

* + - 1. 验收程序

施工验收应按照以下程序开展：

1. 施工、监理、设计、建设单位分别汇报工程合同履约情况、工程建设环节变更内容、项目执行情况及质量检测结果；
2. 查阅设计、监理、施工单位的工程资料；
3. 现场核验施工质量；
4. 对工程施工质量进行评价，形成工程竣工验收意见。
   * + 1. 道路照明质量验收

现场检测宜由具有相应资质的第三方检测机构完成，并提供检测报告。检测时应有施工、监理、设计、建设单位及检测的各方代表在场。

检测内容包括但不限于：

1. 路面平均照度；
2. 路面照度均匀度；
3. 路面平均亮度；
4. 路面亮度总均匀度；
5. 路面亮度纵向均匀度；

灯具及现场照明质量检测方法应依据国家现行有关标准的规定执行。

考虑灯具维护系数后，现场照明检测的平均照度和亮度不应低于设计值，检测的路面照度均匀度、亮度总均匀度、亮度纵向均匀度不应低于设计值，且应符合表8的规定。

1. 道路照明质量实测项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **检查项目** | **技术要求** | **检查方法** |
| 1 | 路面平均照度 | 符合设计要求 | 照度计测量 |
| 2 | 路面照度均匀度 | 符合设计要求，无要求时≥0.4 | 测量后计算 |
| 3 | 路面平均亮度 | 符合设计要求 | 亮度计测量 |
| 4 | 路面亮度总均匀度 | 符合设计要求，无要求时≥0.4 | 测量后计算 |
| 5 | 路面亮度纵向均匀度 | 符合设计要求，无要求时≥0.6 | 测量后计算 |

* + - 1. 灯具验收

灯具型号规格、数量应符合设计要求，部件完整。

灯具安装支架的结构尺寸、预埋件、安装方位和安装间距等应符合设计要求。

所有设备安装调试完毕后，路段照明设施应处于正常工作状态。

灯具光束角检测：通过分布光度计按照C-γ模式测试灯具的空间光强分布，垂直于行车方向的平面上的光束角应小于20°；灯具实际安装角度下，上射光通量占比应不大于3%。

* + - 1. 供配电及控制系统验收

供配电系统验收应符合JTG 2182—2020中的第7章、CJJ 89中的3.5和4.6的规定。

控制系统验收应符合JTG 2182—2020中的第7章、CJJ/T 227中的5.4的规定。

* 1. 养护与管理
     1. 总体要求

灯具、电缆线路、供配电和控制系统等设施更换维修应与原设施保持一致。

灯具、电缆线路、供配电和控制系统等设施标识均应齐全、清晰。

养护中巡查、维护、检测等工作的内容应及时录入信息化管理系统，并更新基础资料。

* + 1. 巡查

对LED护栏式道路照明设施的巡查工作应包括但不限于以下内容：

1. 道路的亮灯情况；
2. LED护栏式道路照明设施外观是否完好；
3. LED护栏式道路照明设施运行是否正常；
4. LED护栏式道路照明设施是否存在安全隐患；

对可能影响照明设施的现象的巡查工作应包括但不限于以下内容：

1. LED护栏式道路照明设施上是否有刻划、涂污等；
2. 在LED护栏式道路照明设施安全距离内，是否有擅自设置其他物体；
3. LED护栏式道路照明设施上是否有倾倒含酸、碱等具有腐蚀性的废渣、废液；
4. LED护栏式道路照明设施上是否有擅自张贴、悬挂、设置宣传标语、广告；
5. LED护栏式道路照明设施上是否有擅自架设线缆、安置其他设施或接用电源；
6. 是否有擅自迁移、拆除、利用LED护栏式道路照明设施；
7. 是否有绿化设施影响照明效果。

发现有损坏的照明设施时，应立即保护事故现场，采取相应措施。

* + 1. 维护
       1. 维护内容

维护工作包括但不限于以下内容：

1. 更换损坏的灯具、供配电设施及控制设备；
2. 拆移、增补照明设施；
3. 清洁灯具外观；
4. 调整灯具发光角度。
   * + 1. 灯具维护要求

灯具外壳应完整，无破损、锈蚀及缺陷。

灯具外壳应与LED模块、光学部件、机械部件结合紧密，无松动。

* + - 1. 供配电维护要求

电缆更换时，电缆型号、规格的选取必须符合国家现行有关规定，并与原线路一致或不低于原线路标准，不得随意变更电缆的型号、规格。

电缆线路进行维护更换管道内不应有电缆接头，并留有一定余量。

线路发生故障后，严禁回路合并超负荷运行。

电缆铭牌应完好清楚，处理故障后的电缆相序应与原相序保持一致。

电缆接线盒或接线井应完好，无垃圾或积水现象，每年应对电缆接线井进行1次杂物清理，暴雨后应对低洼地带的接线井进行检查，积水不应超过管道口。

电缆接线井井盖如有断裂或边长有50mm以上缺角时，必须更换；维修结束时，井盖应平稳，盖上端面不应超过框端面5mm。

变压器、箱式变电站基础及周围混凝土操作平台应无明显下沉、破损情况。

变压器、箱式变电站接地装置应完备、连接良好，接地电阻应符合要求。

变压器、箱式变电站各部位连接点应无过热、螺母无松动、脱落、发黑现象。

变压器、箱式变电站各部位无异常响动或异味、焦糊味，元器件表面应清洁完整。

变压器、箱式变电站信号灯、故障报警等信号装置应工作可靠，应急照明设施完好。

变压器、箱式变电站各种仪器仪表应显示准确。

变压器、箱式变电站三相负荷应平衡且无过负荷现象，开关分合位置、仪表指示正确，控制装置正常工作。

配电箱（柜）体应完整，不渗水，箱内无积灰，外壳脱漆、锈蚀。

配电箱（柜）内接触器、开关、熔断器等电气元件应工作正常，导线绝缘良好，表面清洁，无松动、变形、缺损和烧焦变色。

配电箱（柜）内仪表应完好，指示正确，各部件连接坚固，无松动或变形。

配电箱（柜）体与门保护接地连接牢固，箱门锁开启灵活，应急照明装置完好。

* + - 1. 控制系统维护要求

监控终端设备应工作正常、固定牢靠。

智能监控设备(收、发)天线、固定杆、架应无歪斜、锈蚀。

应及时升级智能照明控制系统、修复漏洞，应定期检查和调整安全设备的控制机制和访问策略，严防黑客攻击。

应定期对云服务的数据备份、故障自动恢复功能进行检查。

* + - 1. 维护时效

LED护栏式道路照明设施外观受损或零星灭灯，在不影响道路安全的情况下，应列入工作计划进行处理。

LED护栏式道路照明接到零星灭灯投诉的，故障修复时间不应超过24小时。

LED护栏式道路照明发现连续10盏以上大面积灭灯或接到大面积灭灯投诉的，一般故障应在2小时内修复；低压电缆故障应及时做好安全处理，在具备施工条件后，修复时间不应超过24小时。

LED护栏式道路照明设施漏电，应立即切断电源，并在24小时内修复。

箱式变压器、高压开关、高压线路等供电系统故障，宜在96小时内修复。需委托供电部门检修的情况或特殊原因修复时间较长的情况，故障修复时间可适当延长。

LED护栏式照明设施、电缆线路、配电和控制系统等各类设施被盗应立即报警，存档报警回执并上报管理单位。

* + 1. 检测

宜定期进行抽验和检测，有检测报告要求的项目宜由有专业资质的检测机构完成。

LED护栏式道路照明设施接地电阻检测宜每季度开展一次，其重复接地电阻不应大于10Ω，系统接地电阻不应大于4Ω。

漏电安全排查宜每年开展一次，随机抽取易滋生安全隐患的重点区域、部位。

电缆线路绝缘电阻检测宜每年开展一次，数值不应小于0.5MΩ。

LED护栏式道路照明质量检测宜每年开展一次，相关指标应满足6.1.2的规定。

* + 1. 管理和考核

养护单位应建立运行维护管理制度，明确运行维护组织架构、运维和管理职责、故障处理流程、应急处置预案、安全管理制度等。

养护单位应配备与其管理工作相应的管理人员、专业技术人员、养护人员、特种作业人员和运维车辆等。

LED护栏式道路照明设施使用寿命应参照设计规定执行，若设计无规定，可参照表8执行。

1. 照明设施使用寿命推荐值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **设施种类** | **设施名称** | **使用寿命推荐值** |
| 控制设施 | 中间控制器 | 5年 |
| 配电设施 | 箱式变电站 | 15年 |
| 配电箱（柜） | 15年 |
| 交流接触器（含真空） | 10年 |
| 配电线路 | 铜芯电缆 | 20年 |
| 铝芯电缆 | 10年 |
| 照明设施 | 灯具 | 50000小时 |

LED护栏式道路照明设施管理单位宜采用信息化管理方法，建立并更新设备设施台账及运行数据库，监测、采集和记录道路照明设施的运行状态及养护信息。

LED护栏式道路照明设施的数量普查、核对宜每年进行一次。

新建、改建和扩建的LED护栏式道路照明设施验收合格并移交管理后，应立即录入基础资料。

LED护栏式道路照明养护考核评价要求包括但不限于：

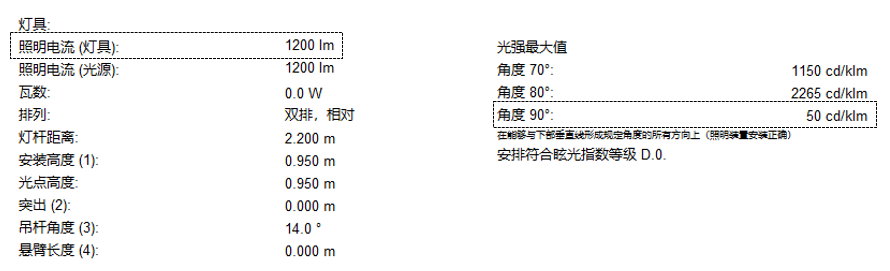
1. 设施综合完好率应不低于95%；
2. 亮灯率应不低于99%；
3. 养护考核评价应每月进行一次。
5. （资料性）  
   灯具照明效果预仿真
   1. 灯具照明效果预仿真

灯具照明效果可按照以下步骤进行预仿真：

1. 将灯具测试后得到的配光文件和照明布置标准横断面图参数，导入Dialux照明仿真软件中；
2. 在Dialux照明仿真软件中，通过“文件-导入-R表格文件”，根据路面材质导入附录B中相对应的简化亮度系数表（R表）文件；
3. 将街道路面的覆盖层设置为导入的简化亮度系数表（R表），按照现场的灯具实际安装状态仿真。

灯具照明效果预仿真结果满足以下要求，则该灯具可用于LED护栏式道路照明施工：

1. 照明标准值的仿真参数结果满足表2中的要求；
2. 报表-计划日期中可以得到与垂直轴成90°方向的灯具发光强度最大值I90max，如图A.1所示，I90max=灯具总光通量\*角度90°光强最大值/1000，灯具中的发光单元数量为n，则单个发光单元的发光强度为I90max/n，计算结果应小于10cd以符合6.2.6的要求。



* 1. Dialux 4.13计划日期报表中I90max结果示例

1. （资料性）  
   简化亮度系数表（R表）
   1. 简化亮度系数表（R表）

SMA-13路面(沥青路面)简化亮度系数见表B.1，OGFC-13路面(沥青路面)简化亮度系数见表B.2。

* 1. SMA-13路面(沥青路面)简化亮度系数(r)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| (°) | Tan() |  (degrees) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **0** | **2** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **60** | **75** | **90** | **105** | **120** | **135** | **150** | **165** | **180** |
| **0** | **0** | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 | 249.4 |
| **14.04** | **0.25** | 340.7 | 339.7 | 338.8 | 336 | 330.9 | 324.8 | 320.1 | 312.2 | 303.6 | 295.6 | 287.2 | 262.7 | 241 | 221.7 | 211.9 | 191.1 | 172.9 | 172.7 | 169.4 | 164.5 |
| **26.57** | **0.5** | 416 | 413.9 | 411.4 | 400.4 | 382.4 | 366.3 | 349.5 | 331.3 | 311.5 | 290.7 | 271.1 | 222.6 | 189.9 | 163.3 | 150 | 135.8 | 129.7 | 123.7 | 119.2 | 85.9 |
| **36.87** | **0.75** | 483.7 | 475.5 | 470.2 | 436.8 | 381.7 | 345.3 | 318.7 | 289.6 | 261.3 | 236.1 | 213.7 | 163.3 | 132.3 | 109.9 | 98.9 | 92.4 | 88.7 | 85.6 | 80.5 | 31.3 |
| **45** | **1** | 522.7 | 512.4 | 487.9 | 435.6 | 361.4 | 305.2 | 256.2 | 229.6 | 203 | 178 | 154.2 | 113.4 | 85.9 | 73 | 66.5 | 63 | 60.9 | 59 | 54.8 | 12.4 |
| **51.34** | **1.25** | 522 | 510.3 | 476.5 | 398.8 | 319.2 | 255.5 | 185 | 159.6 | 139.3 | 122.5 | 109 | 79.1 | 59 | 50.6 | 46.4 | 44.6 | 43.4 | 42 | 39.4 | 6.8 |
| **56.31** | **1.5** | 491.6 | 475.8 | 434.7 | 343.5 | 259 | 200.2 | 134.6 | 113.9 | 96.8 | 84 | 74.4 | 52.7 | 42.2 | 36.6 | 33.8 | 32.4 | 31.7 | 31 | 28.7 | 3.5 |
| **60.26** | **1.75** | 441 | 414.9 | 371.2 | 281.6 | 204.6 | 151.2 | 99.6 | 81.9 | 69.1 | 60.4 | 53.7 | 38.5 | 31.3 | 27.1 | 25.2 | 24.3 | 24 | 23.6 | 21.5 | 2.8 |
| **63.43** | **2** | 385.9 | 361.7 | 317.3 | 226.8 | 159.1 | 116.2 | 74.2 | 60.4 | 51.1 | 44.8 | 40.1 | 28.7 | 23.8 | 20.8 | 19.6 | 18.9 | 18.7 | 18.4 | 16.1 | 2.3 |
| **68.2** | **2.5** | 317.8 | 281.4 | 223.1 | 145.4 | 97.8 | 69.5 | 44.1 | 35.7 | 30.8 | 27.1 | 24.5 | 17.5 | 14.9 | 13.3 | 12.4 | 12.1 | 12.1 | 12.1 | 10 | 2.1 |
| **71.57** | **3** | 263 | 223.3 | 156.3 | 93.6 | 60 | 44.1 | 28.5 | 23.1 | 20.1 | 17.7 | 16.1 | 11.7 | 10 | 8.9 | 8.6 | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 7.2 | 1.4 |
| **74.05** | **3.5** | 221.7 | 178.3 | 112.7 | 62.5 | 40.4 | 29.9 | 19.1 | 15.9 | 13.8 | 12.4 | 10.3 | 8.2 | 7 | 6.5 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 6.1 | 4.9 | 0.9 |
| **75.96** | **4** | 183.4 | 139.8 | 85.4 | 43.9 | 28.2 | 21.7 | 13.5 | 11.2 | 9.8 | 9.1 | 7.5 | 6.1 | 5.4 | 4.9 | 4.7 | 4.7 | 4.4 | 4.7 | 3.5 | 0.7 |
| **77.47** | **4.5** | 154.5 | 113.6 | 68.6 | 32.2 | 20.1 | 16.1 | 10 | 8.4 | 7.5 | 6.8 | 5.6 | 4.7 | 4.2 | 3.7 | 3.7 | 3.5 | 3.5 | 3.7 | 2.6 | 0.5 |
| **78.69** | **5** | 132.8 | 93.1 | 55.5 | 25.2 | 15.4 | 12.6 | 7.9 | 6.8 | 6.1 | 5.4 | 4.4 | 3.7 | 3.3 | 3 | 3 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.1 | 0.5 |
| **79.7** | **5.5** | 114.1 | 77.5 | 45.7 | 19.8 | 11.9 | 9.8 | 6.5 | 4.9 | 4.2 | 3.7 | 3.5 | 3 | 2.6 | 2.6 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 1.6 | 0.5 |
| **80.54** | **6** | 98.2 | 63.7 | 36.9 | 16.1 | 9.6 | 8.2 | 5.4 | 4 | 3.5 | 3 | 2.8 | 2.6 | 2.1 | 2.1 | 1.9 | 1.9 | 1.9 | 2.1 | 1.4 | 0.2 |
| **81.25** | **6.5** | 85.9 | 53 | 28.7 | 12.6 | 7.9 | 6.8 | 4.2 | 4 | 3.5 | 2.8 | 2.3 | 2.1 | 1.9 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 0.9 | 0.2 |
| **81.87** | **7** | 75.1 | 45.5 | 23.6 | 10.3 | 6.5 | 5.8 | 4.2 | 3.5 | 3 | 2.8 | 2.1 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 0.9 | 0.2 |
| **82.41** | **7.5** | 66.7 | 39 | 19.8 | 8.9 | 5.8 | 5.1 | 3.5 | 2.6 | 2.1 | 2.1 | 1.9 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 0.7 | 0.2 |
| **82.87** | **8** | 59.5 | 34.3 | 17 | 7.5 | 4.9 | 5.6 | 2.8 | 2.1 | 1.9 | 1.6 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 0.7 | 0.2 |
| **83.29** | **8.5** | 53.9 | 30.6 | 14.9 | 6.5 | 4.2 | 4.4 | 2.1 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.2 |
| **83.66** | **9** | 48.8 | 27.5 | 13.1 | 5.6 | 4.2 | 3.3 | 1.9 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.2 |
| **83.99** | **9.5** | 44.6 | 25 | 11.7 | 5.1 | 4.2 | 2.6 | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.2 |
| **84.29** | **10** | 41.1 | 22.9 | 10.5 | 4.7 | 3.7 | 2.3 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.2 |
| **84.56** | **10.5** | 37.8 | 21 | 9.6 | 4.2 | 3 | 2.1 | 1.4 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.2 | 0.2 |
| **84.81** | **11** | 34.8 | 19.1 | 8.6 | 3.7 | 2.3 | 1.9 | 1.2 | 0.9 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 |
| **85.03** | **11.5** | 32.4 | 17.7 | 7.9 | 3.5 | 2.1 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 |
| **85.24** | **12** | 30.3 | 16.3 | 7.5 | 3.3 | 1.9 | 1.4 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.2 |

* 1. OGFC-13路面(沥青路面)简化亮度系数(r)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **(°)** | **Tan()** | ** (degrees)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **0** | **2** | **5** | **10** | **15** | **20** | **25** | **30** | **35** | **40** | **45** | **60** | **75** | **90** | **105** | **120** | **135** | **150** | **165** | **180** |
| **0** | **0** | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 | 272.4 |
| **14.04** | **0.25** | 341.7 | 341.9 | 340.4 | 340.8 | 338.6 | 335.6 | 333.2 | 328.2 | 319.5 | 312.5 | 302.2 | 279.6 | 263.2 | 253.3 | 258.9 | 232.2 | 219 | 212.7 | 208.2 | 201.9 |
| **26.57** | **0.5** | 400.3 | 400.5 | 400.9 | 396.7 | 383.4 | 366.6 | 360.8 | 335.6 | 317.5 | 300.4 | 280.4 | 241.6 | 213.4 | 196.3 | 198.1 | 178.8 | 172.8 | 170.7 | 145.8 | 134.4 |
| **36.87** | **0.75** | 444.9 | 442.9 | 439.3 | 421.8 | 372 | 346.4 | 310.5 | 289.2 | 268.3 | 244.1 | 225.7 | 183.1 | 152.6 | 139.1 | 132.4 | 130.8 | 133.7 | 134.4 | 110.4 | 74 |
| **45** | **1** | 462.2 | 457.7 | 446 | 413.7 | 361.7 | 323.1 | 249.7 | 227.3 | 206 | 186 | 166.5 | 132.4 | 109.5 | 100.1 | 94.9 | 95.6 | 96.7 | 98 | 83.5 | 31 |
| **51.34** | **1.25** | 446.5 | 442.2 | 424.7 | 382.5 | 330.9 | 284.9 | 184.2 | 165.6 | 147 | 132.4 | 121.2 | 96.3 | 78.8 | 70 | 69.3 | 69.8 | 72.9 | 73.8 | 58.8 | 11 |
| **56.31** | **1.5** | 409 | 400.7 | 380.7 | 330.9 | 276 | 226.6 | 138.4 | 124.1 | 109 | 98 | 89.5 | 71.6 | 57.9 | 51.6 | 51.8 | 51.8 | 54.5 | 56.3 | 33.4 | 1.1 |
| **60.26** | **1.75** | 359.4 | 352.5 | 326.7 | 276.4 | 223 | 181.1 | 107.2 | 93.1 | 83.2 | 75.6 | 69.1 | 54.3 | 42.6 | 38.6 | 37.9 | 39.3 | 42.2 | 43.3 | 24.2 | 0.7 |
| **63.43** | **2** | 311 | 304.2 | 277.3 | 226.8 | 178.1 | 144.3 | 82.6 | 72.5 | 65.7 | 59.5 | 54.5 | 41.1 | 33 | 29.4 | 29.2 | 30.5 | 33 | 34.3 | 15.7 | 0.7 |
| **68.2** | **2.5** | 277.1 | 262.5 | 193.4 | 148.5 | 110.6 | 88.8 | 52.9 | 46.9 | 41.7 | 39.5 | 34.3 | 26.7 | 21.1 | 18.8 | 18.2 | 19.3 | 22.7 | 23.1 | 11 | 0.7 |
| **71.57** | **3** | 247.5 | 227.9 | 137.1 | 98.9 | 72.2 | 58.6 | 35 | 31.4 | 28 | 26 | 23.8 | 20.4 | 13.7 | 12.8 | 12.6 | 13.2 | 15.7 | 15.9 | 7.9 | 0.7 |
| **74.05** | **3.5** | 223 | 199.7 | 100.7 | 68.2 | 49.6 | 39.5 | 24.7 | 22 | 20.2 | 18.4 | 17.3 | 16.2 | 9.9 | 9.2 | 9 | 9.4 | 11.2 | 11.7 | 5.8 | 0.4 |
| **75.96** | **4** | 181.5 | 163.6 | 78.5 | 48.7 | 35.9 | 28.3 | 17.9 | 16.2 | 14.8 | 13.2 | 12.6 | 13.5 | 7.6 | 7.2 | 6.7 | 7.2 | 8.5 | 8.8 | 4.3 | 0.4 |
| **77.47** | **4.5** | 149.6 | 133.7 | 63.5 | 37 | 25.8 | 21.1 | 13.7 | 12.1 | 11 | 10.1 | 9.6 | 10.1 | 5.8 | 5.6 | 5.2 | 5.6 | 6.5 | 7 | 3.4 | 0.4 |
| **78.69** | **5** | 123.6 | 110.6 | 53.2 | 28.7 | 19.5 | 15.9 | 10.8 | 9.2 | 8.3 | 7.6 | 7.9 | 7.6 | 4.9 | 4.5 | 4 | 4.5 | 5.2 | 5.4 | 2.7 | 0.4 |
| **79.7** | **5.5** | 105 | 94.2 | 44.4 | 22.7 | 15 | 12.3 | 8.8 | 7.2 | 6.5 | 6.3 | 6.3 | 5.6 | 3.8 | 3.6 | 3.4 | 3.6 | 4 | 4.5 | 2 | 0.2 |
| **80.54** | **6** | 88.6 | 80.1 | 36.6 | 18.4 | 12.1 | 9.9 | 7.2 | 6.1 | 5.4 | 5.2 | 5.2 | 4.9 | 3.1 | 2.9 | 2.7 | 2.9 | 3.4 | 3.8 | 1.8 | 0.2 |
| **81.25** | **6.5** | 76.1 | 68.2 | 30.1 | 15.3 | 9.6 | 8.1 | 5.8 | 5.2 | 4.7 | 4.3 | 4.3 | 4.5 | 2.5 | 2.5 | 2.2 | 2.5 | 2.9 | 3.1 | 1.3 | 0.2 |
| **81.87** | **7** | 66.6 | 58.8 | 25.1 | 12.8 | 8.1 | 6.7 | 5.2 | 4.5 | 3.8 | 3.6 | 3.8 | 4 | 2.2 | 2 | 2 | 2 | 2.5 | 2.7 | 1.3 | 0.2 |
| **82.41** | **7.5** | 58.3 | 52.7 | 21.5 | 10.8 | 6.7 | 5.8 | 4.5 | 3.6 | 3.1 | 3.1 | 3.4 | 3.4 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2 | 2.5 | 1.1 | 0.2 |
| **82.87** | **8** | 52.1 | 46.7 | 18.6 | 9.2 | 5.8 | 5.2 | 3.8 | 2.9 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | 3.1 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 2 | 0.9 | 0.2 |
| **83.29** | **8.5** | 46 | 41.5 | 16.4 | 8.1 | 5.4 | 4.7 | 3.4 | 2.5 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.7 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 0.7 | 0.2 |
| **83.66** | **9** | 41.5 | 37.7 | 14.6 | 7 | 4.7 | 4 | 2.9 | 2.2 | 2 | 2 | 2 | 2.5 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.6 | 0.7 | 0.2 |
| **83.99** | **9.5** | 37.5 | 34.3 | 13.2 | 6.3 | 4 | 3.4 | 2.5 | 2 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 2 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 1.3 | 0.7 | 0.2 |
| **84.29** | **10** | 34.3 | 31.2 | 11.9 | 5.4 | 3.8 | 2.9 | 2.2 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 1.3 | 0.4 | 0.2 |
| **84.56** | **10.5** | 31.2 | 28.3 | 11 | 4.9 | 3.8 | 2.5 | 2 | 1.6 | 1.3 | 1.3 | 1.6 | 1.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.1 | 0.4 | 0.2 |
| **84.81** | **11** | 28.9 | 25.6 | 10.1 | 4.5 | 3.6 | 2.2 | 1.8 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 1.1 | 0.4 | 0.2 |
| **85.03** | **11.5** | 26.9 | 23.6 | 9.2 | 4 | 3.1 | 2.2 | 1.6 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.9 | 0.4 | 0.2 |
| **85.24** | **12** | 24.9 | 21.8 | 8.5 | 3.8 | 2.5 | 2 | 1.3 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.4 | 0.2 |



参考文献

[1] GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

[2] GB∕T 24827-2015 道路与街路照明灯具性能要求

[3] GB/T 24907 道路照明用LED灯 性能要求

[4] GB/T 24969 公路照明技术条件

[5] GB∕T 31832—2015 LED城市道路照明应用技术要求

[6] GB/T 34923 路灯控制管理系统

[7] GB 37478 道路和隧道照明用LED灯具能效限定值及能效等级

[8] GB 55015—2021 建筑节能与可再生能源利用通用规范

[9] GB 55024-2022 建筑电气与智能化通用规范

[10] DBJT 13-169—2013 城市道路LED照明设计标准

[11] DBJT 13-266—2017 福建省城市道路LED照明工程施工及验收规程

[12] JTG/T D81 公路交通安全设施设计细则

[13] JGJ/T 119—2008 建筑照明术语标准

[14] DB 3502/T 164—2024 厦门市城市道路照明养护技术导则

[15] 《照明设计手册（第三版）》

