

## 附件 4

# 温室气体自愿减排项目方法学 公路隧道照明系统节能 (CCER—XX—XXX—V01)

## (征求意见稿)

### 1 引言

公路隧道照明系统节能是隧道运行绿色低碳转型的有效手段，对推动实现碳达峰碳中和目标具有积极作用。通过采用高光效隧道照明灯具和智能照明控制系统（如有），可减少隧道照明系统电能消耗及电力相关的温室气体排放。本方法学属于交通运输业和能源需求领域。符合条件的公路隧道照明系统节能项目可按照本文件要求，设计和审定温室气体自愿减排项目，以及核算和核查温室气体自愿减排项目的减排量。

### 2 适用条件

本文件适用于单座公路隧道或多座公路隧道的照明系统节能新建项目或改造项目，使用本文件的项目必须满足以下条件：

- a) 采用初始光效不小于 150lm/W 且不小于《公路 LED 照明灯具 第 2 部分：公路隧道 LED 照明灯具（JT/T 939.2）》I 级初始光效等级规定值的高光效隧道照明灯具；
- b) 项目隧道照明系统安装有可连续监测和定期记录能耗数据的电能表等电能计量装置；
- c) 项目需提出明确的管理措施以确保被替换的隧道照明灯具等设备不在其他项目隧道中重复应用；
- d) 多座公路隧道应限定在同一省（自治区、直辖市）内，且属于同一法人所有；
- e) 项目监测数据符合相关要求，且与全国碳市场管理平台（<https://www.cets.org.cn>）联网，减排量产生于项目计入期内、数据联网之后；
- f) 项目应符合法律法规要求，符合行业发展政策。

### 3 规范性引用文件

本文件引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是未注日期的引用文件，其有效版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JTG/T D70/2-01	公路隧道照明设计细则
JTG 2182	公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程
JTG/T 3520	公路机电工程测试规程
JT/T 609	公路隧道照明灯具
JT/T 939.2	公路 LED 照明灯具 第 2 部分：公路隧道 LED 照明灯具
JT/T 1431.3	公路机电设施用电设备能效等级及评定方法 第 3 部分：公路隧道照明系统

JJG 596	电子式交流电能表检定规程
DL/T 448	电能计量装置技术管理规程
DL/T 1664	电能计量装置现场检验规程

#### 4 术语和定义

JT/T 609、JT/T 1431.3 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

##### 4.1

###### 公路隧道照明灯具 tunnel lighting luminaire

为了满足公路隧道内照明需求的灯具，包括光源、灯体、安装支架及必需的辅助装置。

[来源：JT/T 609—2022，3.1]

##### 4.2

###### 初始光效 initial luminous efficiency

隧道照明灯具实测初始光通量与功率的比值，单位为流明每瓦（lm/W）。

[来源：JT/T 609—2022，3.2]

##### 4.3

###### 高光效隧道照明灯具 high luminous efficiency tunnel lighting luminaire

初始光效不小于 150lm/W 且不小于 JT/T 939.2 中 I 级初始光效等级规定值的隧道照明灯具。

##### 4.4

###### 智能照明控制系统 intelligent lighting control system

根据隧道洞口亮度和/或交通量等数据，自动计算隧道各照明段所应达到的路面亮度值，并动态调整不同照明灯具输出光通量的控制系统。

##### 4.5

###### 公路隧道照明能效 energy efficiency for tunnel lighting system

在公路隧道照明系统正常工作状态下，单位时间照明能耗平均值与隧道照明系统单位时间能耗（根据 JT/T 1431.3—2022 中公式计算）的比值。

[来源：JT/T 1431.3—2022，3.1，有修改]

##### 4.6

###### 照明回路 lighting circuit

在隧道照明系统中，具有相同运行特征和控制功能的供电或控制线路。

##### 4.7

###### 非照明负载 non-lighting load

在隧道机电系统中，隧道通风系统、隧道监控系统等不属于本文件项目边界涉及的隧道照明系统负载。

##### 4.8

###### 照明段 lighting section

根据 JTGD70/2-01 设计的公路隧道照明区段，通常分为入口段 1、入口段 2、过渡段 1、过渡段 2、中间段、出口段 1、出口段 2 等。

## 5 项目边界、计入期和温室气体排放源

### 5.1 项目边界

公路隧道照明系统节能项目边界为实施项目活动的单座或多座公路隧道涉及的隧道照明系统，包括公路隧道照明灯具、智能照明控制系统（如有）等，以及项目所在区域电网中的所有发电设施。如图1所示。

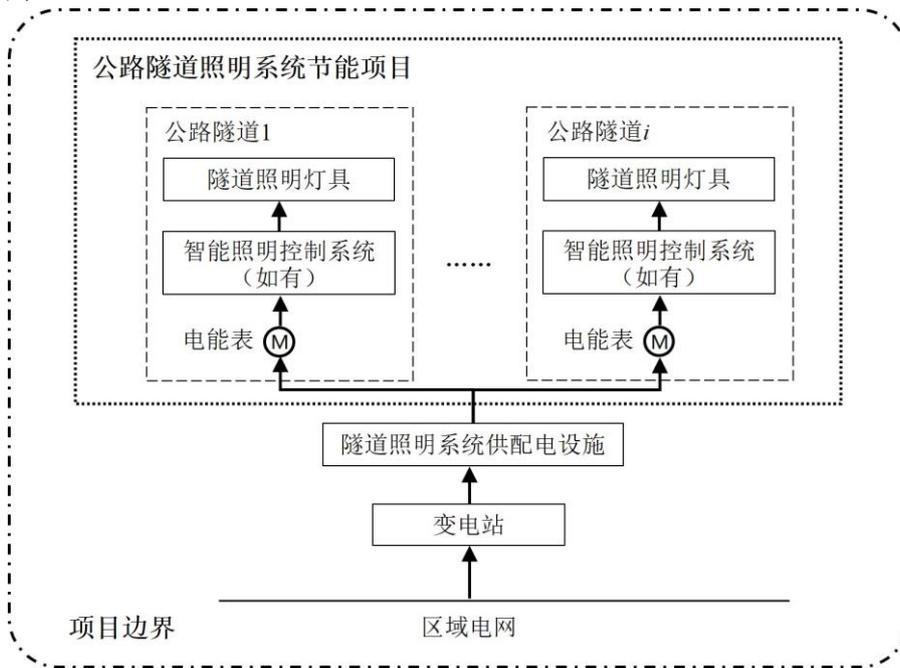


图 1 项目边界图

（注：图中电能表为示意图，根据各照明回路情况设置 1 个或多个）

### 5.2 项目计入期

5.2.1 对于单座公路隧道的照明系统节能项目，项目寿命期的开始时间为项目正式运营的日期，项目寿命期的结束时间为公路隧道照明系统不能满足使用要求或再次升级改造的日期。对于多座公路隧道的照明系统节能项目，项目寿命期的开始时间为多座公路隧道中最早正式运营的日期，项目寿命期的结束时间为多座公路隧道中最早不能满足使用要求或再次升级改造的日期。

5.2.2 项目计入期为可申请项目减排量登记的时间期限，从项目业主申请登记的项目减排量的产生时间开始，最长不超过 10 年。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。

### 5.3 温室气体排放源

公路隧道照明系统节能项目边界内选择不选择的温室气体种类以及排放源如表 1 所示。

表 1 项目边界内选择或不选择的温室气体种类以及排放源

温室气体排放源		温室气体种类	是否选择	理由
基准线情景	项目替代的公路隧道照明系统消耗电能所对应的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，按照保守性原则不计此项
项目情景	项目隧道照明系统消耗电能所对应的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，忽略不计
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，忽略不计

## 6 项目减排量核算方法

### 6.1 基准线情景识别

本文件规定的公路隧道照明系统节能项目基准线情景为：使用满足JT/T 1431.3公路隧道照明I级能效要求门槛值的隧道照明系统进行照明。

### 6.2 额外性论证

本文件规定的公路隧道照明系统节能项目，因其建设成本高于同等规模的公路隧道普通照明项目，相关技术存在投资风险带来的障碍。符合本文件适用条件的项目，其额外性免于论证。

### 6.3 基准线排放量计算

基准线排放量按照公式（1）计算：

$$BE_y = ES_B \times EF_{grid,CM,y} \quad (1)$$

式中：

- $BE_y$  —— 第  $y$  年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；
- $ES_B$  —— 基准年的项目照明系统能耗，单位为兆瓦时（MW·h）；
- $EF_{grid,CM,y}$  —— 第  $y$  年的项目所在区域电网的组合边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（tCO<sub>2</sub>/MW·h）。

基准年的项目照明系统能耗 $ES_B$ 按照公式（2）计算：

$$ES_B = \left( \sum_{i=1}^I Q_i \times D_{i,y} \right) \times \eta_y / (1 - TDL_y) \quad (2)$$

式中：

- $ES_B$  —— 基准年的项目照明系统能耗，单位为兆瓦时（MW·h）；
- $Q_i$  —— 项目第  $i$  座隧道照明系统的日照明能耗参考值，单位为兆瓦时（MW·h）；

- $D_{i,y}$  —— 第  $y$  年的项目第  $i$  座隧道照明系统实际运行天数，无量纲；
- $i$  —— 项目隧道数， $i=1, 2, 3, \dots, I$ ， $I$  为项目边界内隧道总数，无量纲；单座隧道项目中， $I=1$ ；
- $\eta_y$  —— 第  $y$  年的公路隧道照明 I 级能效参考值，取现行有效的 JT/T 1431.3 的公路隧道照明能效表 I 级能效的门槛值，无量纲；
- $TDL_y$  —— 第  $y$  年项目所在省(自治区、直辖市)的电网输配电损失率，单位为百分比(%)。

项目第  $i$  座隧道照明系统的日照明能耗参考值  $Q_i$  按照公式 (3) 计算：

$$Q_i = \sum_{j=1}^J \alpha_{i,j} \times L_{i,j} \times len_{i,j} / 1000 \quad (3)$$

式中：

- $Q_i$  —— 项目第  $i$  座隧道照明系统的日照明能耗参考值，单位为兆瓦时 (MW·h)；
- $\alpha_{i,j}$  —— 项目第  $i$  座隧道的第  $j$  个照明段的单位长度、单位路面亮度能耗系数，根据现行有效的 JT/T 1431.3 中公路隧道照明系统单位能耗系数表确定，单位为千瓦时·平方米每米·坎德拉 [ (kW·h·m<sup>2</sup>) / (m·cd) ]；
- $L_{i,j}$  —— 项目第  $i$  座隧道的第  $j$  个照明段路面平均亮度标准值，根据备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件确定，单位为坎德拉每平方米 (cd/m<sup>2</sup>)；
- $len_{i,j}$  —— 项目第  $i$  座隧道的第  $j$  个照明段长度标准值，根据备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件确定，单位为米 (m)；
- $j$  —— 项目第  $i$  座隧道的照明段数， $j=1, 2, 3, \dots, J$ ， $J$  为第  $i$  座隧道的照明段总数，无量纲。

项目第  $y$  年所在区域电网的组合边际排放因子  $EF_{grid,CM,y}$  按照公式 (4) 计算：

$$EF_{grid,CM,y} = EF_{grid,OM,y} \times \omega_{OM} + EF_{grid,BM,y} \times \omega_{BM} \quad (4)$$

式中：

- $EF_{grid,CM,y}$  —— 第  $y$  年的项目所在区域电网的组合边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO<sub>2</sub>/MW·h)；
- $EF_{grid,OM,y}$  —— 第  $y$  年的项目所在区域电网的电量边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO<sub>2</sub>/MW·h)；
- $EF_{grid,BM,y}$  —— 第  $y$  年的项目所在区域电网的容量边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO<sub>2</sub>/MW·h)；
- $\omega_{OM}$  —— 电量边际排放因子的权重；
- $\omega_{BM}$  —— 容量边际排放因子的权重。

#### 6.4 项目排放量计算

项目排放量按照公式 (5) 计算：

$$PE_y = \left( \sum_{i=1}^I EC_{i,y} \right) / (1 - TDL_y) \times EF_{grid,CM,y} \quad (5)$$

式中：

- $PE_y$  —— 第  $y$  年的项目排放量，单位为吨二氧化碳（ $tCO_2$ ）；
- $EC_{i,y}$  —— 第  $y$  年的项目第  $i$  座隧道的照明能耗，单位为兆瓦时（ $MW \cdot h$ ）；
- $i$  —— 项目隧道数， $i=1, 2, 3, \dots, I$ ， $I$  为项目边界内隧道总数，无量纲。单座隧道项目中， $I=1$ ；
- $TDL_y$  —— 第  $y$  年项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率，单位为百分比（%）；
- $EF_{grid,CM,y}$  —— 第  $y$  年的项目所在区域电网的组合边际排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ $tCO_2/MW \cdot h$ ）。

## 6.5 项目泄漏计算

根据本文件使用条件，项目不考虑泄漏。

## 6.6 项目减排量核算

项目减排量按照公式（6）核算：

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (6)$$

式中：

- $ER_y$  —— 第  $y$  年的项目减排量，单位为吨二氧化碳（ $tCO_2$ ）；
- $BE_y$  —— 第  $y$  年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳（ $tCO_2$ ）；
- $PE_y$  —— 第  $y$  年的项目排放量，单位为吨二氧化碳（ $tCO_2$ ）。

若隧道照明系统质量和智能控制照明系统（如有）效果不符合JTG/TD70/2-01或备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件要求，对应时段的减排量应予以扣除，扣除方法详见7.3.1.2。

## 7 监测方法

### 7.1 项目设计阶段需确定的参数和数据

项目设计阶段需确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表2—表5。

表 2  $L_{i,j}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$L_{i,j}$
应用的公式编号	公式（3）
数据描述	项目第 $i$ 座隧道的第 $j$ 个照明段路面平均亮度标准值
数据单位	$cd/m^2$
数据来源	备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件
数值	/
数据用途	用于计算项目第 $i$ 座隧道照明系统的日照明能耗参考值 $Q_i$

表 3  $len_{i,j}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$len_{i,j}$
应用的公式编号	公式 (3)
数据描述	项目第 $i$ 座隧道的第 $j$ 个照明段长度标准值
数据单位	m
数据来源	备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件
数值	/
数据用途	用于计算项目第 $i$ 座隧道照明系统的日照明能耗参考值 $Q_i$

表 4  $\omega_{OM}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$\omega_{OM}$
应用的公式编号	公式 (4)
数据描述	电量边际排放因子的权重
数据单位	无量纲
数据来源	默认值
数值	0.5
数据用途	用于计算项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 5  $\omega_{BM}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$\omega_{BM}$
应用的公式编号	公式 (4)
数据描述	容量边际排放因子的权重
数据单位	无量纲
数据来源	默认值
数值	0.5
数据用途	用于计算项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

## 7.2 项目实施阶段需监测和确定的参数和数据

项目实施阶段需监测和确定的参数和数据的技术内容和确定方法见表 6—表 12。

表 6  $D_{i,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$D_{i,y}$
---------	-----------

应用的公式编号	公式 (2)
数据描述	第 $y$ 年的项目第 $i$ 座隧道照明系统实际运行天数
数据单位	无量纲
数据来源	通过项目隧道运行日志或隧道电力监控系统监测获得。在项目设计阶段估算减排量时，采用项目隧道工程设计文件预估数据，若无数据，则记为 365 天
数值	/
数据用途	用于计算基准年的项目照明系统能耗 $ES_B$

表 7  $\eta_y$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$\eta_y$
应用的公式编号	公式 (2)
数据描述	第 $y$ 年的公路隧道照明 I 级能效参考值
数据单位	无量纲
数据来源	JT/T 1431.3 《公路机电设施用电设备能效等级及评定方法 第 3 部分 公路隧道照明系统》公路隧道照明能效等级表中的 I 级能效的门槛值
数值	JT/T 1431.3-2022 为 0.649，标准修订后为最新规定值的门槛值
数据用途	用于计算基准年的项目照明系统能耗 $ES_B$

表 8  $TDL_y$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$TDL_y$
应用的公式编号	公式 (2) 和 (5)
数据描述	第 $y$ 年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输电损失率
数据单位	%
数据来源	历年《电力工业统计资料汇编》中的数据
数值	采用《电力工业统计资料汇编》公布的第 $y$ 年项目所在省（自治区、直辖市）的电网输电损失率。在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，尚未公布当年度数据的，采用第 $y$ 年之前最近年份的可获得数据。在估算减排量时，采用最新的可获得数据
数据用途	用于计算基准年的项目照明系统能耗 $ES_B$ 和项目排放量 $PE_y$

表 9  $\alpha_{i,j}$  的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$\alpha_{i,j}$
应用的公式编号	公式 (3)
数据描述	项目第 $i$ 座隧道的第 $j$ 个照明段的单位长度、单位路面亮度能耗系数
数据单位	$(\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^2) / (\text{m}\cdot\text{cd})$
数据来源	通过现行有效的 JT/T 1431.3 《公路机电设施用电设备能效等级及评定方法 第 3 部分 公路隧道照明系统》中的公路隧道照明系统单位能耗系数表确定
数值	/
数据用途	用于计算项目第 $i$ 座隧道照明系统的日照明能耗参考值 $Q_i$

表 10  $EF_{grid,OM,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{grid,OM,y}$
应用的公式编号	公式 (4)
数据描述	第 y 年的项目所在区域电网的电量边际排放因子
数据单位	tCO <sub>2</sub> /MW·h
数据来源	采用生态环境部组织公布的第 y 年项目所在区域电网的电量边际排放因子，在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，尚未公布当年度数据的，采用第 y 年之前最近年份的可获得数据。在估算减排量时，采用最新的可获得数据
数值	/
数据用途	用于计算项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 11  $EF_{grid,BM,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EF_{grid,BM,y}$
应用的公式编号	公式 (4)
数据描述	第 y 年的项目所在区域电网的容量边际排放因子
数据单位	tCO <sub>2</sub> /MW·h
数据来源	采用生态环境部组织公布的第 y 年项目所在区域电网的容量边际排放因子。在审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，尚未公布当年度数据的，采用第 y 年之前最近年份的可获得数据。在估算减排量时，采用最新的可获得数据
数值	/
数据用途	用于计算项目所在区域电网的组合边际排放因子 $EF_{grid,CM,y}$

表 12  $EC_{i,y}$ 的技术内容和确定方法

数据/参数名称	$EC_{i,y}$
应用的公式编号	公式 (5)
数据描述	第 y 年的项目第 i 座隧道的照明能耗
数据单位	MW·h
数据来源	使用电能表监测获得。在项目设计阶段估算减排量时，采用项目工程设计文件预估数据
监测点要求	电能表须安装在公路隧道照明供电设施出线端或隧道段，对公路隧道单个或多个照明回路进行监测，需排除非照明负载
监测仪表要求	电能表须经过检定且符合相关的国家及行业标准，电能表准确度符合 DL/T 448 规定的准确度要求
监测程序与方法要求	详见 7.3 相关内容
监测频次与记录要求	连续监测，每秒记录，监测原始数据实时接入项目中控系统

质量保证/质量控制程序要求	定期对电能表进行校准维护，以确保数据记录的准确性和完整性
数据用途	用于计算项目排放量 $PE_y$

### 7.3 项目实施及监测的数据管理要求

#### 7.3.1 一般要求

7.3.1.1 项目业主应采取以下措施，确保监测参数和数据的质量：

- a) 遵循项目设计阶段确定的数据监测程序与方法要求，制定详细的监测方案；
- b) 建立可信且透明的内部管理制度和质量保障体系；
- c) 明确负责部门及其职责、具体工作要求、数据管理程序、工作时间节点等；
- d) 指定专职人员负责耗电量等监测数据的监测、收集、记录和交叉核对。

7.3.1.2 项目业主每年应至少开展一次定期检查或委托具有检测资质的第三方检测机构依据 JTG 2182 和 JTG/T 3520 等有关规定，进行隧道照明系统质量检测 and 智能照明控制系统（如有）效果测试，以确保隧道照明系统质量和智能照明控制系统（如有）效果符合 JTG/T D70/2-01 或备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件要求。对一直未检测的，从项目计入期开始日期至第一次检测合格日止的时间段内的减排量应予以扣除；对延迟检测的，自上次检测合格日 365 天之后至下次检测合格日止的时间段内的减排量应予以扣除；及时检测但检测结果表明隧道照明系统质量不符合 JTG/T D70/2-01 或备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件要求时，不符合时间段（自检测不合格日至下次检测合格日）的减排量应予以扣除。

#### 7.3.2 电能表与计量装置的检定、校准要求

7.3.2.1 项目使用的电能表在安装前应由国家法定计量检定机构或获得计量授权的计量技术机构按照 JJG 596 等相关规程的要求进行检定。在电能表等电能计量装置使用期间，项目业主应委托具备中国合格评定国家认可委员会（CNAS）或中国计量认证（CMA）资质的第三方计量技术机构，按照 DL/T 1664 等相关标准和规程的要求每年对电能表进行校准，并且出具报告。

7.3.2.2 已安装的电能表出现以下情形时，项目业主应委托具备 CNAS 或 CMA 资质的第三方计量技术机构在 30 天内对电能表进行校准，必要时更换新电能表，以确保监测数据的准确性：

- a) 误差超出电能表的准确度范围；
- b) 零部件故障等问题导致电能表不能正常使用。

#### 7.3.3 数据管理与归档要求

7.3.3.1 对于收集到的监测数据，项目业主应建立数据、信息等原始记录和台账管理制度，妥善保管监测数据、电量结算凭证，以及计量装置的检定、校准相关报告和维护记录。台账应明确数据来源、数据获取时间及填报台账的相关责任人等信息。项目设计和实施阶段产生的所有数据、信息均应电子存档，在该温室气体自愿减排项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年，确保相关数据可被追溯。

7.3.3.2 项目业主应建立数据内部审核制度，定期对监测数据进行审核，确保数据记录的准确性、完整性符合要求。

7.3.3.3 项目业主应至少收集以下数据：

- a) 项目安装的灯具、控制系统的供应商、数量、规格和说明书等；
- b) 项目实施过程中被替换的灯具等设备的数量、规格和处理措施等；
- c) 项目隧道照明系统质量检测报告；
- d) 项目隧道电能表或隧道电力监控系统监测的照明系统运行能耗数据；
- e) 备案存档的项目施工图等工程设计文件及其批复（备案）文件；
- f) 照明系统相关电力接线图、电能表检定报告等；

- g) 照明系统竣工或验收报告、智能控制系统验收及运行报告等;
- h) 智能控制系统采购、安装、运行、说明书(如有)等相关文件。

#### 7.3.4 数据精度控制与校正要求

a) 项目使用的电能表或者电力监控系统的电能计量装置出现未校准、延迟校准或者准确度超过规定要求时,应对该时间段内的电量数据采用如下措施进行保守性处理:

- 及时校准,但准确度超过规定要求:计量结果 $\times(1+\text{实际基本误差的绝对值})$ ;
- 未校准:计量结果 $\times(1+\text{准确度等级对应的最大允许误差})$ ;
- 延迟校准:延迟的时间段内按未校准情形处理。

b) 项目使用的电能表或者电力监控系统的电能计量装置出现零值或无数据等数据,应结合照明回路的运行状态和电能计量装置运行情况等判定其是否为异常值。如确认为异常值,应按照保守性原则,将该数据在项目排放量计算中剔除,并根据数据对应的运行时间在基准线计算的隧道照明系统实际运行时间中扣除。

#### 7.3.5 数据联网要求

7.3.5.1 按照附录 A 的格式要求通过全国碳市场管理平台 (<https://www.cets.org.cn>) 填报监测数据联网基础信息表。

7.3.5.2 建立项目中控系统,根据监测数据联网基础信息表中填报的监测频次与记录要求实时采集项目所涉计量仪表监测数据,中控系统中数据应至少存储 10 年。

7.3.5.3 项目中控系统中记录的计量仪表数据应与全国碳市场管理平台联网,具体联网要求如下:

a) 项目业主应在项目中控系统安装数据采集网关,在确保数据安全的前提下,对中控系统记录数据进行数据转发,具备断线缓存及监视管理功能;

b) 数据采集网关应具备如下能力:

——应支持分布式控制系统(DCS)、可编程逻辑控制器(PLC)、远程终端控制系统(RTU)等多种工业自动化系统通讯协议;

——应具备将上述多种通讯协议转换为消息队列遥测传输(MQTT)协议的能力;

——数据采集网关应至少具备 16GB 以上内存以及 1TB 以上存储;

——项目业主应为项目中控系统数据传输提供稳定的互联网宽带或 4G/5G 无线通信数据传输环境。

c) 项目中控系统数据应通过数据采集网关每 5 秒上传一次;

d) 项目业主应每天查验中控系统数据记录值与计量仪表监测值匹配度,如有偏差应及时修复;

e) 项目业主应每月对中控系统数据记录情况及采集网关数据传输情况进行核对,确保数据完整准确记录;

f) 项目中控系统数据联网试运行周期应不少于 1 个月,试运行期间应确保数据无中断。

7.3.5.4 监测记录包含监测各环节的原始记录、自动监测仪表运维记录,各类原始记录内容应完整并有相关人员签字,应在项目最后一期减排量登记后至少保存 10 年。

7.3.5.5 具有健全的自动监测仪表运行管理工作和质量管理制度。

7.3.5.6 指定专职人员负责照明系统能耗等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

## 8 项目审定核查要点及方法

### 8.1 项目适用条件的审定与核查要点

8.1.1 审定与核查机构应通过查阅备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件及其批复（备案）文件、施工图等工程设计文件、环境影响评价文件（如有）或竣工验收报告（如有）、照明系统及智能控制系统采购与安装合同等，以及现场走访查看项目设施，确定项目实施真实性，评估项目是否符合可持续发展要求。

8.1.2 项目审定与核查机构应通过查阅项目所采用隧道照明灯具第三方试验检测报告中的初始光效数据，确定其灯具初始光效是否满足初始光效不小于 150lm/W 且不小于 JT/T 939.2 中的 I 级初始光效等级规定值。

8.1.3 审定与核查机构应通过现场走访查看项目使用的可监测隧道照明系统能耗的电能表或电力监控系统，确定其符合适用条件要求。

8.1.4 审定与核查机构应通过查阅项目被替换的隧道照明灯具等设备的处置记录表、项目业主关于被替换的隧道照明灯具处置管理要求或与相关单位签订隧道照明灯具处置协议等，确定项目替换的隧道照明灯具符合适用条件要求。

## 8.2 项目边界的审定与核查要点

审定与核查机构应通过查阅备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件及其批复（备案）文件、施工图等工程设计文件、电力接线图、环境影响评价文件（如有）、竣工验收报告、竣工验收报告（如有）、智能控制系统软件操作说明书（如有）、照明系统和智能控制系统调试或试运行报告（如有）等，以及现场走访等方式确定项目业主是否正确描述了项目边界和设备设施。

## 8.3 项目监测计划的审定与核查要点

8.3.1 审定与核查机构应通过查阅温室气体自愿减排项目设计文件、减排量核算报告、电力接线图、电量监测计量点位图、计量器具检定（校准）报告等相关证据材料，以及现场走访查看电能表安装位置、电能表准确度、电能表数据、照明系统和智能控制系统（如有）开始运行的审批文件或工作日志、数据联网证明材料等，确定项目设计文件、监测计划和监测数据联网基础信息表描述的完整性、准确性，核实项目业主是否按照监测计划实施监测。

8.3.2 审定与核查机构应通过查阅隧道照明质量检测报告，确定项目隧道照明系统质量符合 JTG/T D70/2-01 或备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件要求。

8.3.3 审定与核查机构应通过查阅电力监控系统或其他实时监测照明系统运行能耗设备检定、校准或测试报告，确定项目隧道照明系统电能表或电力监控系统等电能计量装置满足监测精度要求，必要时可通过计量检定机构对电能计量装置进行检定。

8.3.4 审定与核查机构应通过核查项目定期检测报告或第三方检测报告中的照明系统质量数据是否符合 JTG/T D70/2-01 或备案存档的项目隧道施工图等工程设计文件要求，确定是否处于项目寿命期。

## 8.4 项目审定与核查的抽样要求

8.4.1 审定与核查机构须对本文件要求的相关工程设计文件、第三方检测报告、电能表检定报告、监测数据记录、管理制度及体系等文件全部进行审定与核查。

8.4.2 对于审定与核查涉及隧道的能耗监测数据，审定与核查机构须在项目电能计量装置传输到的高速公路隧道监控中心或项目业主的监控中心进行审定与核查。

8.4.3 在审定与核查的现场评审环节，若项目边界内涉及 5 座以下（含）隧道，审定与核查机构应对所有隧道开展现场走访；若项目边界内隧道总数超过 5 座，审定与核查机构应制定抽样方案并按照抽样结果赴现场进行走访，抽样方案应遵循以下要求：

a) 抽样量为  $5 + \sqrt{I - 5}$  ( $I$  为项目边界内隧道总数)，数值取整时向上取整；

b) 如果在现场走访中发现抽取的隧道存在不符合审定与核查要点之处，审定与核查机构应加倍扩大抽样量，如果扩大抽样仍然存在不符合，则继续加倍扩大抽样，直至抽取全部样本。

## 8.5 项目减排量的交叉核对

审定与核查机构通过查看全国碳市场管理平台联网监测数据，交叉核对核算报告中计算的减

排量，按照保守性取值。

## 8.6 参数的审定与核查要点及方法

参数的审定与核查要点及方法见表 13。

表 13 参数的审定与核查要点及方法

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
1	$L_{i,j}$	查阅项目设计文件中各照明段路面平均亮度标准值的取值，与项目隧道施工图等工程设计文件、交工或竣工报告中各照明段路面平均亮度标准值是否一致，如不一致以交工或竣工报告中的取值为准。	查阅项目减排量核算报告中的参数取值是否与项目设计文件一致、准确。
2	$len_{i,j}$	查阅项目设计文件中各照明段路面长度标准值的取值，与项目隧道施工图等工程设计文件中各照明段路面长度标准值是否一致，如不一致以工程设计文件中的取值为准。	查阅项目减排量核算报告中的参数取值是否与项目设计文件一致、准确。
3	$D_{i,y}$	a) 查阅项目工程设计文件中预估的项目各隧道照明运行时间，如无数据，可计为 365 天； b) 对于已经投入运行的项目，应现场查阅项目隧道运行日志或电力监控系统记录的项目隧道照明实际运行天数。	查阅项目隧道运行日志或电力监控系统记录的项目隧道照明实际运行时间。
4	$\eta_y$	a) 查阅项目设计文件中公路隧道照明能效参考值取值； b) 查阅项目审定时交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中 I 级能效的门槛值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中 I 级能效门槛值为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中公路隧道照明能效参考值取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中 I 级能效门槛值； c) 核对取值是否一致，以交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中 I 级能效门槛值为准。
5	$TDL_y$	a) 查阅项目设计文件中电网输配电损失率的取值； b) 查阅项目审定时电力工业统计资料汇编公布的项目区域的电网输配电损失率的取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时电力工业统计资料汇编公布的电网输配电损失率的取值为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的电网输配电损失率的取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，电力工业统计资料汇编是否组织公布了第 y 年电网输配电损失率。如果公布，以第 y 年电网输配电损失率为准；如果未公布，采用第 y 年之前最近年份的可获得数据。

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
6	$\alpha_{i,j}$	a) 查阅项目设计文件中照明段的单位长度、单位路面亮度能耗系数取值； b) 查阅项目审定时交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中的公路隧道照明系统单位能耗系数表取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中的公路隧道照明系统单位能耗系数表取值为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中照明段的单位长度、单位路面亮度能耗系数取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中的公路隧道照明系统单位能耗系数表取值； c) 核对取值是否一致，以交通运输部发布的最新的行业标准 JT/T 1431.3 中的公路隧道照明系统单位能耗系数表取值为准。
7	$EC_{i,y}$	a) 查看项目工程设计文件中的照明能耗； b) 对于已经投入运行的项目，应现场查看以下内容： ——计量点电能表的安装位置与电力接线图是否一致，是否覆盖全部照明回路； ——照明能耗的数据监测、记录是否与监测计划的描述一致； ——照明系统能耗数据远程联网数据传输及监测功能符合碳市场管理平台管理要求。	a) 查阅电能表读数记录； b) 查阅电能表检定、校准记录； c) 现场查看以下内容： ——电能表的安装位置是否符合计量测量要求； ——电能表的准确度等级是否符合 DL/T 448 的要求； ——现场查看数据是否根据仪表设定频次开展连续监测，数据是否实时接入项目中控系统。
8	$EF_{grid,OM,y}$	a) 查阅项目设计文件中的电量边际排放因子取值； b) 查阅项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网的电量边际排放因子取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网电量边际排放因子为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的电量边际排放因子取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，生态环境部是否组织公布了第 y 年“中国区域电网基准线排放因子”。如果公布，以第 y 年项目所在区域电网的电量边际排放因子为准；如果未公布，以第 y 年之前最近年份的所在区域电网的电量边际排放因子为准。
9	$EF_{grid,BM,y}$	a) 查阅项目设计文件中的容量边际排放因子取值； b) 查阅项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网的容量边际排放因子取值； c) 核对取值是否一致，以项目审定时生态环境部组织公布的最新的“中国区域电网基准线排放因子”中的项目所在区域电网容量边际排放因子为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中容量边际排放因子的取值； b) 查阅审定与核查机构通过全国温室气体自愿减排注册登记系统上传减排量核查报告时，生态环境部是否组织公布了第 y 年“中国区域电网基准线排放因子”。如果公布，以第 y 年项目所在区域电网的容量边际排放因子为准；如果未公布，以第 y 年之前最近年份的所在区域电网的容量边际排放因子为准。

## 9 方法学编制单位

在本文件的编制过程中，交通运输部公路科学研究院，以及清华大学能源环境经济研究所、云南省交通运输综合行政执法局、中路高科交通检测检验认证有限公司、云南德孟高速公路投资开发有限公司、云南省交通规划设计研究院有限公司、浙大启真未来城市科技（杭州）有限公司、中交集团绿色低碳发展研究中心、中交公路规划设计院有限公司等单位作出积极贡献。

## 附录 A

### 监测数据联网基础信息表

<b>A.1 监测数据联网基础信息表的版本及修订</b>												
版本号	制定（修订）时间						修订说明					
<b>A.2 项目基本情况</b>												
1. 项目基本信息 (包括项目名称、计入期、公路权属情况；涉及多条公路的项目，应对各条公路权属情况进行清晰阐述。)												
2. 隧道照明系统运行情况 (包括隧道照明灯具初始光效、照明系统智能控制系统运行情况；涉及多座隧道的项目，应对各座隧道的照明系统运行情况进行清晰阐述。)												
<b>A.3 项目边界和主要排放设施描述</b>												
1. 项目边界的描述 (包括项目边界所包含的系统设施、所对应的地理边界，以图示方式标注各系统设施、监测仪表点位。)												
2. 主要系统设施												
系统设施名称	中控名称	上位机/DCS	通信方式	网络情况	备注说明							
例：XX 隧道照明系统	XX 隧道控制系统	EDPF NT+(V3.0)	TCP/IP	无线网	/							
.....												
.....												
.....												
<b>A.4 数据内部质量控制和质量保证相关规定</b>												
1. 内部管理制度和质量保证体系 (1) 明确监测数据联网工作的负责部门及责任人，以及工作要求、工作流程等； (2) 建立监测仪表使用和管理制度，明确监测仪表检定（校准）、维护等工作的负责部门及责任人等； (3) 针对照明能耗这一关键参数，建立电能表管理台账，并保留检定/校准相关原始凭证。												
参数	设备名称	设备型号	安装位置	生产厂家	监测频次	监测仪表准确度	监测原始数据小数位数	检定、校准频次	最近一次检定和校准时间	检定、校准报告	是否接入中控	传输协议
第 i 隧道照明能耗	电能表 1#											
第 i 隧道照明能耗	电能表 2#											
第 i+1 隧道照明能耗	电能表 3#											
.....												
.....												
2. 原始凭证和台账记录管理制度 (包括监测数据、检定（校准）报告，以及其他相关材料的登记、保存和使用记录。)												