

# 附件

## 温室气体自愿减排项目方法学 公路隧道照明系统节能 (CCER—07—001—V01)

### 1 引言

公路隧道照明系统节能是隧道运营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。在保障公路隧道运营安全的前提下，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领域和能源需求领域方法学。符合条件的公路隧道照明系统节能项目可按照本文件的适用条件和相关要求，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

本文件适用于新建或在役公路隧道的照明系统，适用本文件的公路隧道照明系统节能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《道路和隧道照明用 LED 灯具能效限定值及能效等级》（GB 37478）中隧道照明用 LED 灯具 1 级能效等级光效规定值和《公路 LED 照明灯具 第 2 部分：公路隧道 LED 照明灯具》（JT/T 939.2）中 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独立的、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) 项目业主为隧道产权所有者（包括履行所有者职责的法人单位）或其授权的相关法人主体，并取得隧道的所有权或所有权者的授权。位于同一省（自治区、直辖市）内多个隧道可合并申请，项目业主应取得全部隧道产权所有者的授权；

d) 项目监测数据应与全国碳市场管理平台（<https://www.cets.org.cn>）联网，减排量产生于项目相关监测数据联网（完成联网试运行）之后；

e) 项目应符合法律、法规要求，符合行业发展政策，项目隧道照明系统质量应符合 JTG/T D70/2-01 及备案存档的项目隧道施工图设计文件的要求。

### 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。

GB 37478	道路和隧道照明用 LED 灯具能效限定值及能效等级
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 313	测量用电流互感器
JJG 314	测量用电压互感器
JJG 596	电子式交流电能表
JJG 1165	三相组合互感器
DL/T 448	电能计量装置技术管理规程
DL/T 825	电能计量装置安装接线规则

## 4 术语和定义

JT/T 609 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。

注：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。

注：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 GB 37478 中 1 级能效等级光效规定值和 JT/T 939.2 中 I 级初始光效等级规定值的公路隧道照明灯具。

### 4.4

**照明回路** lighting circuit

在公路隧道照明系统中，具有相同运行特征和控制功能的供电和控制线路（如有）。

### 4.5

**照明区段** lighting section

根据 JTG/T D70/2-01 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、过渡段 3、中间段、出口段 1、出口段 2 等。

### 4.6

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

根据隧道洞外亮度或交通量等数据，自动计算公路隧道各照明区段应达到的路面亮度值，并动态调整对应照明区段灯具输出光通量的控制系统。

## 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温室气体自愿减排项目活动的公路隧道涉及的隧道照明系统（包括公路隧道照明灯具和智能照明控制系统（如有））、隧道照明相关供配电设施等，以及项目所在区域电网中的所有发电设施。如图1所示。

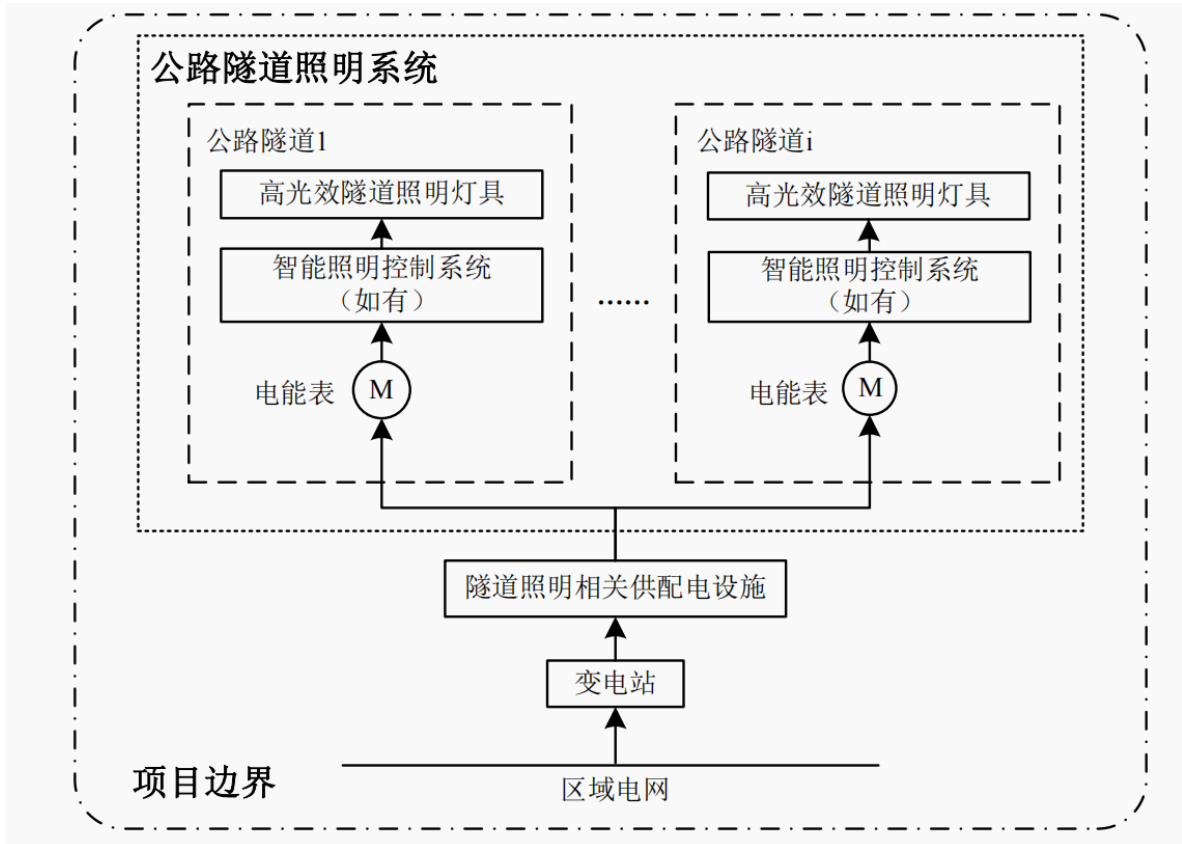


图1 项目边界图

（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，项目寿命期限的开始时间为该项目开始运营的日期，项目寿命期限的结束时间为公路隧道照明系统不能满足使用要求或 JTG/T D70/2-01 等相关标准规范要求的日期。对于多座公路隧道合并申请的照明系统节能项目，项目寿命期限的开始时间为多座公路隧道中最早开始运营的日期，项目寿命期限的结束时间为多座公路隧道中最早不能满足使用要求或 JTG/T D70/2-01 等相关标准规范要求的日期。开始运营日期以主管部门备案或发布的有关通知或通告等相关证明材料的发布日期为准。

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。单座公路隧道的照明系统节能项目，计入期开始时间应在项目开始运营并成功实现与全国碳市场管理平台联网（完成联网试运行）之后。多座公路隧道合并申请的照明系统节能项目，计入期开始时间应在开始运营的隧道最早成功实现与全国碳市场管理平台联网（完成联网试运行）之后。项目计入期须在项目寿命期限范围之内。当项目中任意一座隧道不再满足适用条件中 a) 或 e) 条款时，计入期应结束。

### 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1级能效上限值的隧道照明系统进行照明。

### 6.2 额外性论证

符合本文件适用条件的高光效隧道照明灯具和智能照明控制系统成本相较常规使用的公路隧道照明灯具成本更高，在没有额外激励措施的情况下，项目在经济上不具有较好的吸引力或可行性，具有一定的投资障碍。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：

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

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>）；
- $ES_B$  —— 基准线情景下的项目照明系统能耗，单位为兆瓦时（MW·h）；
- $EF_{\text{grid,CM,y}}$  —— 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）。

基准线情景下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：

- $ES_B$  —— 基准线情景下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 1 级能效的上限值，无量纲；
- $TDL_y$  —— 第  $y$  年的项目所在省（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  $j$  个照明区段的单位长度、单位路面亮度能耗系数，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  $j$  个照明区段路面平均亮度标准值，单位为坎德拉每平方米 (cd/m<sup>2</sup>)；
- $i$  —— 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， $I=1$ ；
- $len_{i,j}$  —— 项目第  $i$  座隧道的第  $j$  个照明区段长度标准值，单位为米（m）；
- $j$  —— 项目第  $i$  座隧道的照明区段数， $j=1,2,3,\dots,J$ ， $J$  为第  $i$  座隧道的照明区段总数，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：

$$EF_{grid,CM,y} = EF_{grid,OM,y} \times \omega_{OM} + EF_{grid,BM,y} \times \omega_{BM}$$

(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：

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

式中：

- $PE_y$  —— 第  $y$  年的项目排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；
- $EC_{i,y}$  —— 第  $y$  年的项目第  $i$  座隧道的照明能耗，单位为兆瓦时（MW·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  $y$  年的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率，单位为百分比（%）；
- $EF_{\text{grid,CM},y}$  —— 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）。

## 6.5 项目泄漏计算

公路隧道照明系统节能项目有可能导致上游部门在加工、运输等环节中使用化石燃料等情形，与项目减排量相比，其泄漏较小，忽略不计。

## 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<sub>2</sub>）；
- $BE_y$  —— 第  $y$  年的项目基准线排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）；
- $PE_y$  —— 第  $y$  年的项目排放量，单位为吨二氧化碳（tCO<sub>2</sub>）。

## 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 $j$ 个照明区段路面平均亮度标准值
数据单位	cd/m <sup>2</sup>
数据来源	根据 JTG/T D70/2-01 及备案存档的项目设计文件中设计交通量、洞外亮度、设计速度等参数计算出的设计值
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 $j$ 个照明区段长度标准值
数据单位	m
数据来源	根据 JTGT D70/2-01 及备案存档的项目设计文件中照明停车视距、洞口内净空高度等参数计算出的设计值
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	用于计算第 $y$ 年的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	用于计算第 $y$ 年的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	通过项目隧道电力监控系统及隧道工作日志（如有）等数据监测获得，如两者记录数据不同，核算时应取保守值。项目使用的电能表出现零值或无数据等异常情况，应根据异常情况持续时间从隧道照明系统实际运行天数中按时间比例扣除。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	用于计算基准线情景下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 1 级能效上限值
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》
数值	JT/T 1431.3-2022《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》中公路隧道照明系统 1 级能效的上限值为 0.649，标准修订后应调整为最新规定的 1 级能效上限值
数据用途	用于计算基准线情景下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）的电网输配电损失率
数据单位	%
数据来源	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）的电网输配电损失率。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
数值	/
数据用途	用于计算基准线情景下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 $j$ 个照明区段的单位长度、单位路面亮度的能耗系数
数据单位	$(\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^2) / (\text{m}\cdot\text{cd})$
数据来源	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审定、核查报告时，查询现行有效的 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	用于计算第 $y$ 年的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	用于计算第 $y$ 年的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 $i$ 座隧道的照明系统能耗
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，采用备案存档的项目工程设计文件中灯具功率、数量及运行时长等数据预估
监测点要求	电能表须安装在公路隧道照明供配电设施出线端或隧道段，对公路隧道单个或多个照明回路分别进行监测。监测的电量应包含项目自发自用的可再生能源电量
监测仪表要求	安装的电能表准确度应符合 DL/T 448 6.2 要求（I 类用户为 0.2S 级，II、III 类用户为 0.5S 级，IV 类用户为 1 级，V 类用户为 2 级）

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，监测原始数据实时接入项目中控系统。每整点记录该小时电量，数据存入项目中控系统
质量保证/质量控制程序要求	按照 JJG 313 5.5、JJG 314 5.5、JJG 596 6.6 和 JJG 1165 6.4 等现行有效的国家计量技术规范规定的检定周期要求实施检定。监测仪表应在检定有效期内，且每年对监测仪表进行校准，定期维护监测仪表
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) 指定专职人员负责隧道照明系统能耗、运行时间等数据的监测、收集、记录和交叉核对。

7.3.1.2 项目实施应在保障隧道运营安全的前提下开展，项目业主应制定明确的措施并有效实施，以确保隧道照明系统质量符合 JTG/T D70/2-01 及隧道照明系统工程设计文件等要求，并每年应至少一次委托具有交通运输部公路工程-交通工程专项等级资质的第三方检测机构依据 JTG 2182、JTG/T 3520、JT/T 1431.3（如需）等有关规定，全面检测项目和智能照明控制系统（如有）效果是否符合 JTG/T D70/2-01 及备案存档的项目隧道施工图设计文件要求。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；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设计文件要求时，项目应予以终止。

#### 7.3.2 电能表与计量装置的检定、校准要求

7.3.2.1 项目使用的电能表等电能计量装置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 313、JJG 314、JJG 596、JJG 1165 等相关计量检定规程的要求进行检定。在电能表使用期间，项目业主应委托具备中国合格评定国家认可委员会（CNAS）资质的第三方计量技术机构，按照现行有效的相关标准和规范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 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) 电能表的误差超出规定的准确度范围；
- 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等。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，且不可更改。

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，对电能表读数应与监测数据中控系统数据记录值、运行记录（如有）进行交叉核对，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及资料：

- 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) 项目隧道照明系统质量检测报告；
- c) 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；
- d) 备案存档的项目施工图设计文件；
- e) 照明系统相关电力接线图、电能表检定（校准）报告等；
- f) 照明系统交、竣工或验收报告、智能照明控制系统验收及运行报告（如有）等；
- g) 智能照明控制系统采购、安装、运行、说明书（如有）等相关文件；
- h) 项目安装的高光效隧道照明灯具初始光效第三方检测报告（须带 CMA 标识章）。

#### 7.3.4 数据精度控制与校正要求

项目使用的电能表等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：测量结果  $\times (1 + \text{实际基本误差的绝对值})$ ；
- 未校准：测量结果  $\times (1 + \text{准确度等级对应的最大允许误差})$ ；
- 延迟校准：延迟的时间段内按未校准情形处理。

#### 7.3.5 数据联网要求

7.3.5.1 项目业主应在全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台开始公示项目设计文件后，按照附录 A 的格式要求通过全国碳市场管理平台填报监测数据联网基础信息表，具体操作流程见全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台办事指南栏目。

7.3.5.2 项目业主应建立项目中控系统，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监测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，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) 项目中控系统采集的涉及项目减排量计算的计量仪表原始监测数据应通过数据采集网关每小时上传一次；

d) 项目业主应每天核对监测数据中控系统数据记录值与计量仪表监测值，如有数据偏差或数据传输延迟应及时修复；

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) 联网期间应尽量避免因设备故障所引起的数据缺失和数据中断情况，若发生应及时修复并上传情况说明，故障期数据不予再次上传、不予计算减排量。若每年度数据缺失和中断总时长超过 20 天，或自然月内数据缺失和中断持续超过 3 天，则该月份数据存疑，审定与核查机构需重点核查；

g) 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。如发生中断，须重新进行联网试运行；

- h) 项目中控系统应具备网络安全保护措施。
- 7.3.5.4 项目业主应留存监测各环节的原始记录、自动监测仪表运维记录等,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 项目业主及各隧道产权所有者(包括履行所有者职责的法人单位)应具有健全的自动监测仪表运行管理和质量管理制度。
- 7.3.5.6 项目业主应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 项目审定与核查要点及方法

### 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设计文件、环境影响评价文件(如有)及其批复或交工验收报告、竣工验收报告(如有)、照明系统质量相关检测报告、高光效隧道照明灯具系统及智能照明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 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(须带 CMA 标识章)中的初始光效数据,确定其灯具初始光效是否符合本文件适用条件 a) 的相关要求。
- 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,确定其是否符合本文件适用条件 b) 的相关要求。
- 8.1.4 审定与核查机构应核查项目业主的可证明其合法经营登记证明材料、有关授权证明文件、隧道产权或履行所有者职责的相关证明文件,确保项目业主符合适用条件要求。
- 8.1.5 审定与核查机构应通过现场走访、查阅数据传输记录、查询工作日志(如有)、与全国碳市场管理平台运营单位核实等方式,确认已开始运营的隧道是否按照方法学要求实现监测数据联网并满足相关要求,确定项目联网时间。
- 8.1.6 审定与核查机构应通过核查项目第三方检测报告中的照明系统质量数据是否具有符合 JTG/T D70/2-01 及备案存档的项目隧道施工图设计文件要求的能力,确定是否符合适用条件 e) 的相关要求。

### 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设计文件、电力接线图、环境影响评价文件(如有)及其批复、交工验收报告、竣工验收报告(如有)等文件,以及现场走访、使用北斗卫星导航系统(BDS)、全球定位系统(GPS)、地理信息系统(GIS)等方式,确定项目业主是否正确描述了公路名称、隧道桩号、项目设备设施、项目地理边界和隧道进洞口中线经纬度坐标(以度表示,至少保留 6 位小数)。

### 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、计量仪表检定(校准)报告等相关证明材料,以及现场走访查看电能表安装位置、电能表准确度、电能表个数和监测数据、查阅隧道照明系统和智能照明控制系统(如有)开始运营的、由主管部门备案或发布的有关证明材料及工作日志(如有)、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系统质量检测报告,确定项目隧道照明系统质量符合 JTG/T D70/2-01 及备案存档的项目隧道施工图设计文件要求。
- 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的检定、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准确度要求。

8.3.4 审定与核查机构应通过核查项目业主确保隧道照明系统质量符合 JTG/T D70/2-01 及隧道照明系统工程设计文件等要求的措施和实施记录等，以及第三方检测报告中的照明系统质量数据是否具有符合 JTG/T D70/2-01 及备案存档的隧道施工图设计文件要求的能力，确定是否处于项目寿命期限。

#### 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项目所有隧道相关工程设计文件、第三方检测报告、电能表检定（校准）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，审定与核查机构须对项目电能计量装置及数据传输到的项目中控系统进行审定与核查。

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本文件要求，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量，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及隧道照明系统能耗相关证明材料，交叉核对核算报告中计算的减排量，按照保守原则取值。

#### 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	$L_{i,j}$	确认项目设计文件中各照明区段路面平均亮度标准值的取值是否正确，并与备案存档的项目隧道施工图设计文件中的设计值进行对比，如不一致以设计值为准。	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。
2	$len_{i,j}$	确认项目设计文件中各照明区段路面长度标准值的取值是否正确，并与备案存档的项目隧道施工图设计文件中的设计值进行对比，如不一致以设计值为准。	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。
3	$D_{i,y}$	a) 查阅备案存档的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，应现场查阅电力监控系统记录的项目隧道照明实际运行天数及项目隧道工作日志（如有）。	查阅电力监控系统记录、项目隧道工作日志（如有）、已联网至全国碳市场管理平台的项目隧道照明实际运行时间，对不同数据来源的记录进行交叉检验。上述数据如有不一致，应取保守值。

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
4	$\eta_y$	a) 查阅备案存档的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 1 级能效的上限值； 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 1 级能效上限值为准。	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 1 级能效上限值； 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 1 级能效上限值为准。
5	$TDL_y$	a) 查阅项目设计文件中的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率取值； b) 查阅项目审定时《电力工业统计资料汇编》公布的最新的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率取值； 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》公布的最新的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率取值； 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》是否公布了第 $y$ 年项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率。如果公布，以第 $y$ 年项目所在省（自治区、直辖市）的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的项目所在省（自治区、直辖市）的电网输配电损失率。
6	$\alpha_{i,j}$	a) 查阅项目设计文件中照明区段的单位长度、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区段的单位长度、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) 查阅备案存档的项目施工图设计文件中的照明能耗值； b) 应现场查看以下内容： ——电能表是否按照 DL/T 825 6 要求进行安装； ——电能表是否按照仪表设定频次开展连续监测，是否每整点记录该小时电量，数据是否接入项目中控系统和全国碳市场管理平台； ——上传至全国碳市场管理平台的监测数据联网基础信息表中对此参数的描述是否完整、准确； ——电量数据监测、记录是否与监测计划、监测数据联网基础信息表的描述一致。	a) 查阅设备检定、校准记录，确认电能表是否在检定有效期内，确认电能表的准确度是否符合 DL/T 448 6.2 要求； b) 查阅抄表记录、全国碳市场管理平台联网监测数据等信息，与电能表监测数据进行交叉核对； c) 应现场查看以下内容： ——电能表是否按照 DL/T 825 6 安装要求进行安装； ——电能表是否按照监测计划、监测数据联网基础信息表开展监测； ——接入项目中控系统和全国碳市场管理平台的数据是否与电能表读数一致。

序号	内容	审定要点及方法	核查要点及方法
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电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电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电容量边际排放因子为准。	a) 查阅项目减排量核算报告中的容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、生态环境部信息中心、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、方圆标志认证集团有限公司、陕西省交通运输工程质量监测鉴定站、北京绿色交易所有限公司、生态环境部环境发展中心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）年月						修订说明					
<b>A.2 项目基本情况</b>												
<b>1. 项目基本信息</b> （包括项目名称、计入期、项目业主、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）												
<b>2. 隧道照明系统运行情况</b> （包括隧道照明灯具初始光效、智能照明控制系统运行情况；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 项目边界和主要系统设施描述</b>												
<b>1. 项目边界的描述</b> （包括项目边界所包含的系统设施、所对应的地理边界（公路名称、隧道桩号及隧道进洞口中线经纬度坐标），以图示方式标注各系统设施、监测仪表点位）												
<b>2. 主要系统设施</b>												
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>												
<b>1. 内部管理制度和质量保证体系</b> （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	检定和校准频次	最近一次检定和校准时间	检定和校准报告	是否接入中控系统	传输协议
第 $i$ 隧道照明能耗	电能表 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
	电能表 2#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
	.....											
第 $i+1$ 隧道照明能耗	电能表 1#							检定： 校准：	检定： 校准：	检定： 校准：		
.....												
.....												
<b>2. 原始凭证和台账记录管理制度</b> （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。）												