

附件 3

上海市碳普惠减排场景方法学 轨道交通
(SHCER02020022024I)

2024 年 3 月

目 录

1 适用条件	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 核算边界	2
5 基本要求	2
6 减排量核算	3
7 数据来源与监测	6
8 编制单位	8
9 方法学分类	8
附 录 A	9

1 适用条件

本方法学适用于在减排场景开发方平台注册、知悉本市碳普惠机制并自愿参与的注册用户，采用轨道交通出行的场景活动。

场景平台需要具备用户授权管理功能，包括但不限于授权的确认、授权的取消、授权期内减排量计入期的管理功能等。

2 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方法学必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本方法学；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本方法学。

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32852.1-2016 城市客运术语 第1部分：通用术语

GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

CM-028-V01 快速公交项目

CM-032-V01 快速公交系统

CM-069-V01 高速客运铁路系统

ISO 14064-1 温室气体 第一部分 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南

CDM-EB Tool18 城市客运交通模式转换基准线排放计算工具

3 术语和定义

3.1

机动化出行

从出发地到目的地，采用社会小客车、出租车、轨道交通、地面公交、轮渡等机动化交通方式完成位移的行为。

3.2

社会小客车

由动力装置驱动或者牵引，在道路行驶非营运性质的小型及微型载客汽车，包括私人小客车、单位小客车等。

3.3

乘距

在一次乘行中，乘客从上车（船）地点到下车（船）地点的距离。

[来源：GB/T 32852.1-2016，5.3.8]

3.4

客运量

统计期内，运送乘客的人次数。

[来源：GB/T 32852.1-2016， 8.1]

3.5

客运周转量

统计期内，客运量与平均乘距的乘积。

[来源：GB/T 32852.1-2016， 8.5]

4 核算边界

核算边界的空间范围为场景发生的地理边界，具体为上海市行政区域范围内开展的轨道交通出行活动。出行路径如果离开上海市行政区域范围，超出范围的出行里程原则上不纳入减排量计算。

核算的温室气体主要种类详见下表。

表 1 温室气体主要种类

排放来源		温室气体种类	是否包含	理由/解释
基准线排放	采用机动化出行方式产生的排放	二氧化碳 (CO ₂)	是	主要排放源
		甲烷 (CH ₄)	否	次要排放源，排放在整个碳排放占比中占比很小，可忽略
		一氧化二氮 (N ₂ O)	否	次要排放源，排放在整个碳排放占比中占比很小，可忽略
场景排放	采用轨道交通出行方式产生的排放	二氧化碳 (CO ₂)	是	主要排放源
		甲烷 (CH ₄)	否	次要排放源，排放在整个碳排放占比中占比很小，可忽略
		一氧化二氮 (N ₂ O)	否	次要排放源，排放在整个碳排放占比中占比很小，可忽略

5 基本要求

5.1 合规性说明

本场景需要在合法合规的前提下进行，方法学使用方不得非法收集、使用、加工、传输用户信息，不得非法买卖、提供或者公开用户信息。减排场景开发主体应当遵守相关法律法规，保护个人隐私，不泄露或滥用个人出行行为数据。

5.2 普惠性说明

轨道交通是上海市公众出行的重要方式，公众使用度高，普惠覆盖面广。

5.3 额外性说明

轨道交通是上海缓解城市交通拥堵、推进集约出行、绿色出行的重要支撑。轨道交通以电能为动力，同时具有集约化的特征，因此在碳排放强度上，该出行方式低于全市机动化出行的平均水平，该场景具备额外性。同时，通过碳普惠轨道交通出行，能够提升公众对自身节能降碳行为的感知，减少城市交通碳排放，助力交通可持续发展，形成绿色低碳出行的良好风尚，具有积极的社会效益。

采用本方法学的减排场景免于额外性论证。

5.4 唯一性说明

轨道交通出行依托交通卡刷卡、二维码等多样化信息化支付手段，行为数据可以被监测和记录。轨道交通出行减排量计算所需的原始数据由减排场景开发主体记录收集，减排场景开发主体经个人授权后收集个人出行行为数据，并对注册用户的出行数据进行唯一性验证，避免因出行时间重复或多场景出行数据重复而导致的减排量重复申报。

5.5 激励措施说明

减排场景开发主体应当说明采取的减排行为激励措施（如有），即包含在其运营过程中的减排量或者碳积分消纳渠道，并提供相应材料进行论证。

6 减排量核算

6.1 基准线情景说明

本方法学的基准线情景为所有机动化出行方式的期望碳排放情景，即注册用户采用社会小客车、出租车、轨道交通、地面公交、轮渡等机动化方式出行的平均排放水平。

6.2 减排场景情景说明

本方法学的减排场景情景为注册用户采用轨道交通出行方式的情景。

6.3 减排量计算

1) 基准线排放计算

基准线排放计算：考虑到注册用户个人层面的基准线排放因子各不相同且难以获取，因此本方法学从宏观层面计算平均值，所有注册用户每次出行的基准线排放因子相同，即：

$$E_{PKM,i,b} = E_{PKM,\bar{b}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{PKM,i,b}$ ——注册用户第 i 次出行的基准线情景人公里排放因子，单位为千克二氧化碳每人公里（ kgCO_2/PKM ）；

i ——注册用户轨道交通出行次数，单位为次；

$E_{PKM,\bar{b}}$ ——基准线情景注册用户出行的平均人公里排放因子，单位为千克二氧化碳每人公里（ kgCO_2/PKM ）。

基准线情景平均人公里排放因子依据上海市政府相关部门的发布数据、统计数据、权威研究机构研究数据计算得出，计算流程如下：

$$E_{PKM,\bar{b}} = \sum_j (A_j \times EF_j + C_j \times EF_j) / (Q_a + Q_c) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{PKM,\bar{b}}$ ——基准线情景注册用户出行的平均人公里排放因子，单位为千克二氧化碳每人公里（ kgCO_2/PKM ），缺省值见附录 A；

A_j ——城市客运行业（轨道交通、地面公交、轮渡、出租车） j 类能源年度消耗总量，单位为千克、千瓦时、立方米（ kg 、 kWh 、 m^3 ）；

- C_j ——全市社会小客车 j 类能源年度消耗总量, 单位为千克、千瓦时 (kg、kWh);
- j ——能源类型, 可取汽油、柴油、电力、天然气等;
- EF_j ——能源类型 j 的排放因子, 单位为千克二氧化碳每千克、千克二氧化碳每千瓦时、千克二氧化碳每立方米 (kgCO₂/kg、kgCO₂/kWh、kgCO₂/m³) ;
- Q_a ——城市客运行业的年度客运周转量, 单位为人公里 (PKM) ;
- Q_c ——社会小客车的年度客运周转量, 单位为人公里 (PKM) 。

基准线出行里程计算: 当能获得轨道交通出行起终点时, 以狄克斯特拉 (Dijkstra) 算法计算的道路最短路径里程作为本次轨道交通出行代替的基准线出行里程。

当不能获得轨道交通出行起终点时, 或其他不能计算最短路径的情况下, 以轨道交通出行里程除以轨道交通平均路径转换系数计算基准线出行里程, 计算步骤如下:

$$D_{i,b} = D_{i,s} \dots\dots\dots (3)$$

$$D_{i,s} = PD_{i,m}/R_m \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- $D_{i,b}$ ——第 i 次出行的基准线出行里程, 单位为公里 (km) ;
- $D_{i,s}$ ——第 i 次出行的道路最短路径出行里程, 单位为公里 (km) ;
- $PD_{i,m}$ ——第 i 次轨道交通出行的出行里程, 单位为公里 (km) ;
- R_m ——轨道交通平均路径转换系数。指在一定出行样本量范围内, 相同出行起终点的轨道交通出行里程与道路最短路径里程比值的平均值。

如果 R_m 获取难度较大, 则可取值为 1, 如公式所示:

$$D_{i,b} = D_{i,s} = PD_{i,m} \dots\dots\dots (5)$$

基准线碳排放量计算:

$$BE = \sum_i (E_{PKM,i,b} \times D_{i,b}) \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- BE ——基准线排放量, 单位为千克二氧化碳 (kgCO₂) ;
- $E_{PKM,i,b}$ ——注册用户第 i 次出行的基准线情景人公里排放因子, 单位为千克二氧化碳每人公里 (kgCO₂/PKM) ;
- $D_{i,b}$ ——第 i 次出行的基准线出行里程, 单位为公里 (km) ;
- i ——注册用户轨道交通出行次数, 单位为次。

2) 减排场景排放计算

轨道交通出行方式人公里排放因子: 由于轨道交通出行方式人公里排放因子受运行工况、营运水平、服务水平等多因素共同影响, 每次轨道交通出行人公里排放因子各不相同且难以获取, 因此本方法学从宏观层面计算轨道交通出行方式的平均人公里排放因子, 所有注册用户每次的轨道交通出行方式人公里排放因子相同, 即:

$$E_{PKM,i,m} = E_{PKM,m} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- $E_{PKM,i,m}$ ——注册用户第 i 次轨道交通出行人公里排放因子, 单位为千克二氧化碳每人公里 (kgCO₂/PKM) ;

i ——注册用户轨道交通出行次数，单位为次；

$E_{PKM,\bar{m}}$ ——轨道交通出行的平均人公里排放因子，单位为千克二氧化碳每人公里（ kgCO_2/PKM ）。

轨道交通出行方式的平均人公里排放因子依据上海市政府相关部门的发布数据、统计数据、权威研究机构研究数据计算得出，计算流程如下：

$$E_{PKM,\bar{m}} = \sum_j (A_{m,j} \times EF_j) / Q_m \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$E_{PKM,\bar{m}}$ ——轨道交通出行的平均人公里排放因子，单位为千克二氧化碳每人公里（ kgCO_2/PKM ），可选用本方法学参考值，见附录 A；

j ——能源类型，轨道交通行业能源消耗为电力；

$A_{m,j}$ ——轨道交通行业 j 类能源消耗量，单位为千瓦时（ kWh ）；

EF_j ——能源类型 j 的排放因子，单位为千克二氧化碳每千瓦时（ kgCO_2/kWh ）；

Q_m ——轨道交通出行的年度客运周转量，单位为人公里（ PKM ）。

轨道交通出行里程计算：轨道交通出行的出行里程优先使用票务数据（进出站刷卡）获得，或根据轨迹数据（包括出行起终点），通过相关地图测量算法计算得到。在轨迹数据与票务数据均可获取的情况下，可对两个数据进行交叉验证提高准确性。

轨道交通出行排放量计算：

$$PE = \sum_i (E_{PKM,i,m} \times PD_{i,m}) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

PE ——轨道公交出行排放量，单位为千克二氧化碳（ kgCO_2 ）；

$E_{PKM,i,m}$ ——注册用户第 i 次轨道交通出行人公里排放因子，单位为千克二氧化碳每人公里（ kgCO_2/PKM ）；

$PD_{i,m}$ ——第 i 次轨道交通出行的出行里程，单位为公里（ km ）；

i ——注册用户轨道交通出行次数，单位为次。

3) 减排场景泄漏计算

本方法学不考虑泄漏排放量。

4) 减排量核算

轨道交通出行减排量计算如下：

$$ER = BE - PE \dots\dots\dots (10)$$

式中：

ER ——轨道交通出行减排量，单位为千克二氧化碳（ kgCO_2 ）；

BE ——基准线排放量，单位为千克二氧化碳（ kgCO_2 ）；

PE ——轨道交通出行排放量，单位为千克二氧化碳（ kgCO_2 ）。

7 数据来源与监测

7.1 事前确定数据和参数

本方法学事前确定的数据和参数需视运行情况进行更新。具体数据和参数如下：

表 2 轨道交通行业能源年度消耗总量、城市客运行业能源年度消耗总量

数据/参数 1	$A_j, A_{m,j}$
描述	城市客运行业 j 类能源年度消耗总量（能源类型 j 包含汽油、柴油、电力、天然气）、轨道交通行业 j 类能源年度消耗总量
单位	kg、kWh、 m^3
所使用的数据来源	由上海市交通委统计的各行业能耗数据计算
测量方法和程序	-
其他说明	-

表 3 社会小客车能源年度消耗总量

数据/参数 2	C_j
描述	全市社会小客车 j 类能源年度消耗总量（能源类型 j 包含汽油、电力）
单位	kg、kWh
所使用的数据来源	1、由上海市统计局发布的上海能源与环境统计年鉴数据计算； 2、由上海市新能源汽车公共数据采集与监测研究中心数据计算； 3、本地化调研（权威研究机构或减排场景开发主体调研测算）。
测量方法和程序	-
其他说明	-

表 4 能源类型 j 的排放因子

数据/参数 3	EF_j
描述	能源类型 j 的排放因子
单位	kgCO ₂ /kg、kgCO ₂ /kWh、kgCO ₂ /m ³
所使用的数据来源	《上海市温室气体排放核算与报告指南（试行）》； 《上海市生态环境局关于调整本市温室气体排放核算指南相关排放因子数值的通知》。
测量方法和程序	-
其他说明	-

表 5 轨道交通出行的年度客运周转量

数据/参数 4	Q_m
描述	轨道交通出行的年度客运周转量
单位	PKM
所使用的数据来源	按照以下优先次序选取来源： 1、由上海市交通委统计的各行业年度统计数据计算； 2、通过上海市综合交通发展年度报告数据计算。
测量方法和程序	-
其他说明	-

表 6 城市客运行业的年度客运周转量、社会小客车年度客运周转量

数据/参数 5	Q_a, Q_c
描述	城市客运行业的年度客运周转量、社会小客车年度客运周转量
单位	PKM
所使用的数据来源	按照以下优先次序选取来源： 1、由上海市交通委统计的各行业年度统计数据计算；

	2、通过上海市综合交通发展年度报告数据计算； 3、本地化调研（权威研究机构或减排场景开发主体调研测算）。
测量方法和程序	-
其他说明	-

表 7 轨道交通平均路径转换系数

数据/参数 6	R_m
描述	轨道交通平均路径转换系数（在一定出行样本量范围内，相同出行起终点的轨道交通出行里程与道路最短路径里程比值的平均值）
单位	无量纲
所使用的数据来源	按照以下优先次序选取来源： 1、本地化调研（权威研究机构或减排场景开发主体调研测算）； 2、缺省值为 1。
测量方法和程序	-
其他说明	-

7.2 监测参数和数据

减排场景开发主体应当对收集的所有监测数据进行电子版存档并且至少保存两年。如果在下表中没有特殊的说明，所有的数据都需要进行全部监测。所有的测量都应该采用符合相关行业标准的校准测量仪器进行。另外，还要参考本方法学所涉及到的工具中的监测要求。

本方法学需要监测每个注册用户的参数和数据如下：

表 8 轨道交通出行次数

数据/参数 1	i
描述	注册用户的轨道交通出行次数
单位	次
所使用的数据来源	提供出行信息记录的减排场景开发主体监测获得
测量方法和程序	减排场景开发主体平台监测获得
监测频率	实时监测
QA/QC 程序	利用上海市轨道交通出行的票务数据获取
其他说明	计算基准线情景和减排场景情景排放量

表 9 轨道交通出行方式

数据/参数 2	m
描述	轨道交通出行方式
单位	无量纲
所使用的数据来源	提供出行信息记录的减排场景开发主体监测获得
测量方法和程序	减排场景开发主体平台监测获得
监测频率	实时监测
QA/QC 程序	利用上海市轨道交通出行的票务系统数据或出行轨迹数据进行验证
其他说明	

表 10 第 i 次轨道交通出行的出行里程

数据/参数 3	$PD_{i,m}$
描述	第 i 次轨道交通出行的出行里程
单位	km
所使用的数据来源	由轨道交通票务数据确定的出行起终点计算所得，或由监测的轨迹数据计算所得
测量方法和程序	减排场景开发主体平台监测获得
监测频率	实时监测
QA/QC 程序	可由轨道交通票务数据或者监测的轨迹数据进行交叉验证
其他说明	计算基准线情景和减排场景情景排放量

表 11 道路最短路径距离

数据/参数 4	$D_{i,s}$
描述	第 i 次出行的道路最短路径距离
单位	km
所使用的数据来源	按照测量方法测量获得
测量方法和程序	1、在能获得出行起终点的情况下，根据 Dijkstra 算法计算所得； 2、在不能获得出行起终点的情况下，由 $PD_{i,m}/R_m$ 计算所得。
监测频率	实时监测
QA/QC 程序	在可以获得出行起终点的情况下，可利用多种地图导航路径规划算法与 Dijkstra 算法交叉验证
其他说明	计算基准线情景和减排场景情景排放量

8 编制单位

本方法学由上海市城乡建设和交通发展研究院编制完成。

9 方法学分类

根据《上海市碳普惠方法学开发与申报指南（试行）》中方法学分类评估方法，本方法学认定为 I 类方法学。

附录 A

(资料性)

基准线情景及减排场景情景的人公里排放因子缺省值

表 A.1 排放因子缺省值表

类型	人公里排放因子
基准线情景	0.130 kgCO ₂ /PKM
减排场景情景——轨道交通出行	0.033 kgCO ₂ /PKM

注：表内参数根据上海市 2021 年能源消耗数据及交通活动量数据计算获得，如更新，另行发布。