

CM-028-V01 快速公交项目

(第一版)

一、 来源、定义和适用条件

1. 来源

本方法学参考 UNFCCC-EB 的整合的 CDM 项目方法学 ACM0016: Mass Rapid Transit Projects (第 3.0 版), 可在以下网址查询:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/8PBZENI1PK0QIJW8RJ5LEDXV6WX60O>

该方法学也引用了下述最新批准的工具:

- “额外性论证与评价工具”;
- “电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”;
- “化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具”。

方法学主要修改说明:

- 1) 因为本方法学是国内 CCER 方法学, 针对国内的项目, 因此去掉了原方法学中“额外性论证”部分中第一步的内容(国家层面的论证);
- 2) 删除了原方法学中“定义”部分关于“商业实体”的定义;
- 3) 将原方法学“额外性论证”部分中“城市层面的论证”中“现有交通系统中与拟议的自愿减排项目活动属于同一类的公共交通占东道城市中机动化公共交通运输总量的比例上限”从 20%提高到了 50%。

2. 定义

该方法学用到了以下定义:

公共快速交通系统(MRTS): 涵盖城市和郊区的高水平运行的客运服务, 尤其是针对旅行时间和承载能力方面的服务。

这些服务可以基于高架铁路、地面或地下的公路或轨道系统。MRTS 可以基于轨道系统, 比如, 地铁或城铁; 轻轨交通系统 (Light Rail Transit, LRTs), 包括有轨电车、高负荷城郊轨道系统或路面公交系统。由于该方法学中基于路面的 MRTS 指使用公交专用道 (见下面关于公交专用车道的定义) 的公交系统, 所以又可以被称为快速公交 (BRT) 系统。

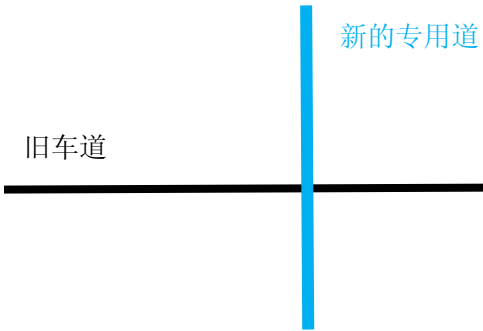
大城区(LUZ): 指一个城市涵盖了城市周边整个功能区（包括核心城区），换言之，它对应的是通勤城市周围的场地。

公交专用车道: 指被隔离开的只用于公交营运的车道。不允许私有车辆使用公交专用车道。但紧急车辆可以使用。公交专用车道不必在实体上与其他交通道隔离。如果没有实现物理上隔离，必须确保强制性执行阻止其它车辆使用公交专用道。不必要求该车道必须 100%只供公交使用，因为公交可能会和其它交通模式共享道路，例如，在交通十字路口、桥梁、隧道，在狭窄部分或限制交通的公路上，例如，在城郊部分。但是该方法学的适用资格是一半以上的公交线路是公交专用的。

公交专用车道的延伸: 指的是同一公交营运整个线路，换言之，就是乘客使用该公交专用道时不必从一辆公交车换乘到另一辆。这样，整个公交专用道就由“旧的专用车道”和一条“专用车道延伸”组成（后者为项目活动）。



新的公交专用车道 (New bus lanes): 指由不同的公交车营运的线路。另一条公交线路可以和现存的公交专用道共用一些站点，但是乘客的旅行涉及到“旧的”与“新的”站点时 不得不换乘公交。



支线: 是指与干线有交叉点的公交线路，并且“接运”在干线上的乘客。支线是在混合运输条件下那些由较少乘客需求并营运的线路。

轨道延伸: 被定义为沿着现有轨道增加另外的数千米。

反弹效应: 是用于描述 MRTS 具有改变“消费者行为”后导致的额外旅行效应的术语。反弹效应是“需求定律”这一基本经济学定律的延伸，它说明如果价格下降消费通常会增加。如果 MRTS 项目减少了交通拥挤，因此就降低了机会成本，就会导致车辆的总里程数增加。新增的交通是当减少拥堵后提高交通速度并减少旅行时间的情况下发生的额外的车辆行程。

受影响的道路: 是指在修建公共快速交通系统过程中影响到的道路。受影响

的道路是在指与 MRTS 线路平行的半径至少为 1 千米的范围内的道路（包括 MRTS 线路两侧的道路）。只包括大规模交通流量的道路。

城市：指城市发展的连续区域包括历史上的核心区与其相邻的由行政边界区分的郊区。

3. 适用条件

该方法学应用于针对公共快速交通系统的建立和运营的项目活动。

具有支线和干线的快速公交系统（BRTs）更适用于方法学 CM-032-V01。针对快速公交系统的 CM-032-V01 方法学在项目系统中乘客可以实现他们的全部行程。没有支线的快速公交系统即乘客在该项目系统中实现部分行程并有部分行程依靠传统公交车来完成，不能使用 CM-032-V01，但可以使用该方法学。该方法学适用于以下情景：

- 项目建造了基于轨道的新的基础设施或隔离的公交线路。
 - 对轨道系统来说，项目需涉及到建造新的基础设施（新的轨道）；
 - 对快速公交系统来说，项目可以基于现有的道路设施但需要将公交线路与混合交通在物理上分离开来。
- 隔离后的快速公交线路或基于轨道的公共快速交通系统替代原来的在混合交通条件下运营的公交线路（例如，通过拆分或通过关闭或重新规划现存的公交线路）。
- 该方法学不适用于对已有的并已运营的公交线路或基于轨道的公共快速公交系统的业务上改进（如新的或大型的公交车）。
- 该方法学不适用于公交线路替代已有的轨道系统，换言之，就是现存的城区或郊区轨道设施必须保持全线运行。
- 该方法学只适用于客运交通。
- 任何燃料包括（液化的）天然气或生物燃料混合物，也可以是电力用于基准线或项目情景。下列条件适用¹：
 - 对于生物燃料来说，项目中的公交车必须使用与该国家类型相似的传统城市公交²同一种生物燃料的混合物（生物燃料占同一比例），也就是说，如果项目公交车使用比传统的公交车使用的生物燃料高或低的混合燃料是不适用该方法学的。另外，项目公交车不能使用

¹为使方法学简单，没有提供计算生物柴油生产过程中产生的上游排放的条例。因此，为了确保减排计算的保守性，该适用条件目的在于限制在项目活动的上游排放等于或低于基准线情景时使用该方法学。值得注意的是，其他涉及到燃料转换情况的方法学通常需要考虑上游排放。

²相同燃料类型的相似方式，例如：项目公交车使用的柴油与传统公交车使用的柴油相比较等。这种比较在每年基于对官方出售的燃料的监测时进行。该术语通常用来指绝大多数车辆。

比汽车和出租车明显高的生物燃料混合物。

- 该方法学不适用于航空以及水运交通。
- 该方法学适用于城区或郊区交通行程，不适用于城市之间的交通。

另外，适用条件包含在上述用到的工具中。

如果基准线情景是现有的公共交通系统的延续使用的项目，该方法学是适用的。

二、 基准线方法学

1. 项目边界

项目边界的空间范围包括项目发生的大城区。这是基于乘客使用该项目系统的始发地和目的地。由于该项目不能控制乘客旅行的始发地和目的地，项目的空间范围就是该项目发生所在城市的整个大城区。

项目只包括来自快速交通专用车道的减排。快速交通专用车道的具体地点应在项目设计文件中明确指出。如果有快速交通专用道在后期将要扩建而最初没有在项目设计文件中详细规划，则项目参与者应遵循“已注册的项目设计文件中所描述的项目活动更改通知和申请批准程序”的最新批准的版本来澄清这些额外通道的减排。

在因推进该交通系统而使用来自互联电网或自备电厂的电力时，项目的边界也包括与为该项目供电的电力系统相连接的电厂。可参照“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”。

项目边界所包括或不包括的温室气体见表 1。

表 1 项目边界内包括或不包括的排放源

	源	气体	是否包括	评判
基准线情景	由于乘客旅行使用与公共快速交通系统不同交通模式产生的移动排放源	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	是	只有使用气体燃料并排除使用液体燃料时才被包括。 在柴油或汽油机车的碳排放中 CH ₄ 占的比例很小。在计算基准线排放和项目排放时的燃料消耗中忽略 CH ₄ 排放是保守的，并且通过该项目 CH ₄ 排放也因而减少了。
		N ₂ O	否	N ₂ O 排放在整个碳排放中是

				一很小的源。在计算基准线排放和项目排放时的燃料消耗中忽略 N ₂ O 排放是保守的，并且通过该项目 N ₂ O 排放也因而减少了。
项目活动	由于乘客旅行使用公共快速交通系统（MRTS）的该项目交通系统产生的移动排放源	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	是	只有使用气体燃料时才被包括。见以上辨析。
		N ₂ O	否	见以上辨析。
	为了使用 MRTS，乘客从出发地到 MRTS 和从 MRTS 到目的地行程过程中不同交通模式的移动源排放	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	是	只有使用气体燃料时才被包括。见以上辨析。
		N ₂ O	否	见以上辨析。
泄漏	由于出租车和传统公交车负荷因子的变化引起的排放；由于拥堵情况改变（包括车辆速度与诱增交通量（反弹效应））引起的排放。	CO ₂	是	主要排放源
		CH ₄	是	只有使用气体燃料时才被包括。见以上辨析。
		N ₂ O	否	见以上辨析。

2. 基准线情景

由于乘客旅行使用与公共快速交通系统不同交通模式产生的移动排放源。

3. 额外性

当审查额外性论证申请时，经国家主管部门备案的审定/核证机构应仔细评估并核查所有数据、依据、假设、判定和由项目参与者提供的支持额外性论证的文件的可靠性和可信度。在评估和得出结论过程中检查的数据和材料应在审定报告中明确成文。

第一步 城市层面的评价

此步骤目的是识别拟议的自愿减排项目活动在项目将要实施的东道城市是否为常规活动。因此，现有交通系统中与拟议的自愿减排项目活动属于同一类的公共交通占东道城市中机动化公共交通运输总量的比例应等于或者少于 50%。

项目参与者应该：

- 提供一份关于东道城市的总的公共交通旅行是通过占多大份额的不同类型的公共交通实现的统计报告，识别出下列的公共交通类型：
 - 地铁
 - 城郊轨道交通
 - 包括有轨电车在内的轻轨交通
 - 传统的公交系统
 - 快速公交系统
- 在自愿减排项目设计文件中描述现有的公共交通系统并识别出它们属于哪一种公共交通类型，也要识别出拟议的项目活动属于哪一种公共交通类型。在项目设计文件中确定并指明每一个相关的公共交通系统和每一类型在实现旅行中所占的比例，以在东道城市中整个公共交通旅行中依赖所有公共交通系统的百分比来表示。

如果现有交通系统中与拟议的自愿减排项目活动属于同一类的公共交通占东道城市中机动化公共交通运输总量的比例应大于50%，则拟议的项目活动不是额外的。如果所占的份额等于或小于50%，项目参与者则进行第三步。

第二步 项目层面的评价

有两个选项来论证拟议项目活动的额外性，取决于项目的 MRT 系统总投资中是否商业机构占了至少 50%。

- 如果项目的 MRT 系统总投资中至少有 50%是商业机构通过股份和/或长期债券的形式提供的，则需要使用下列程序 A 来进行投资分析。

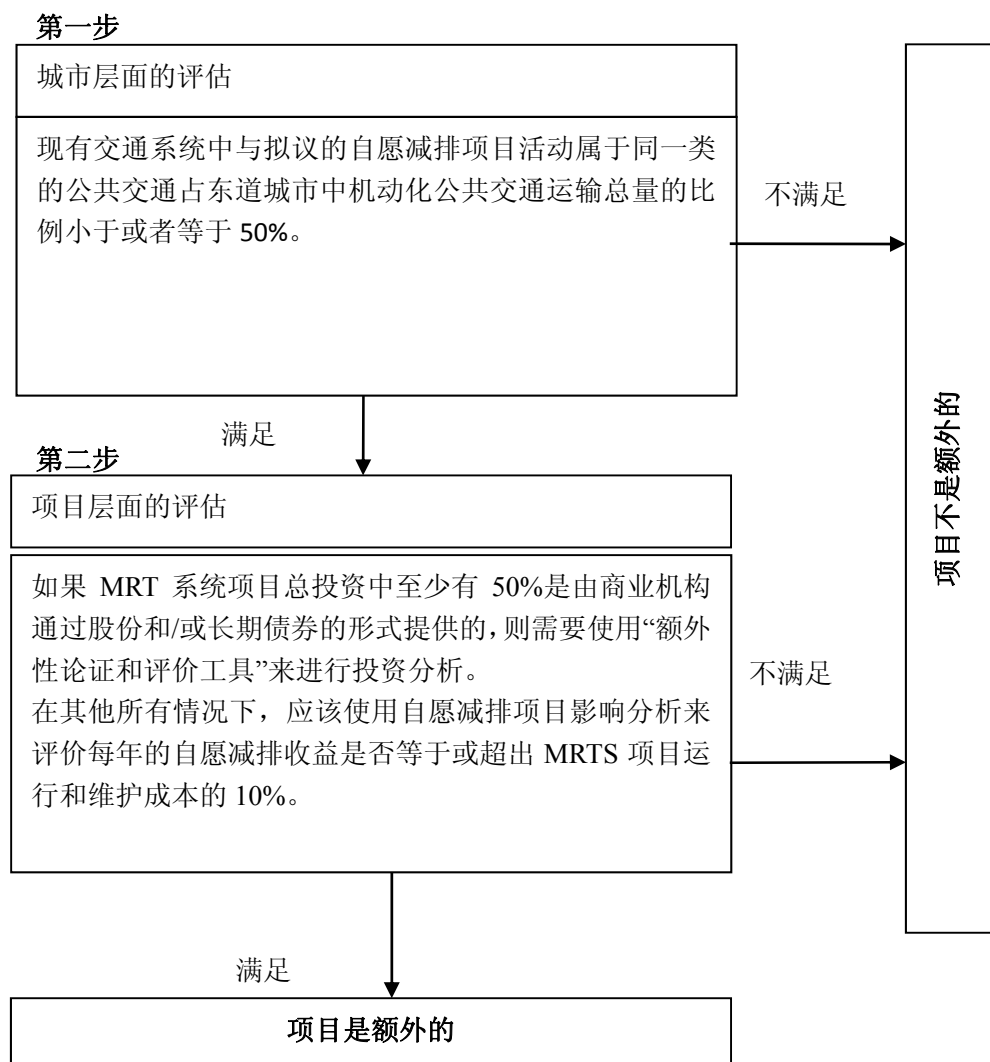


图 1: 额外性论证

- 在其他所有情况下，应该按照程序 B 进行自愿减排项目影响分析。

程序 A 投资分析：

进行该项分析的目的在于确定拟议项目活动在使用“选项 III.基准分析”（包括“额外性论证和评估工具”中提供的敏感性分析）时是否在经济和财政上是不可行的。

投资分析应该以城市或城市地区公共交通系统的私人部门营运者/投资者的角度来分析营运/投资的成本和收益。如果该项目得到官方和一些机构（如地方或中央政府、国际捐助组织）的补贴，比如通过不必偿还的补助金、软贷款或捐助来支付运营和维护费用、赤字担保；做财政分析时应该将这些补贴考虑在内（在计算系统总投资成本时减去这类补助）。计算中应该包含任何需要偿还的资金，比如，市或区政府机构的贷款应该被看作是项目营运者的投资而不必从系统总成本中扣除。

在进行投资分析过程中，与原来的项目相比，先前 MRTS 的超成本运营或收益减少都会使新的投资看起来更不可行、风险更高，这在投资分析中是被认可的。在这种情况下，项目参与者应该评价东道国过去 20 年中实施的 MRTS 的超成本运营和收益减少。最初设计的与实际的成本/收益都应基于官方公开的数据。作为一种保守的方法，MRTS 项目应该假定在这时期超成本运营或收益减少的下限。

如果敏感性分析不能令人信服，那么项目活动就不具有额外性。如果敏感性分析证实拟议的项目活动不具有经济上的吸引力，则项目活动就是额外的。

程序 B 注册为自愿减排项目的影响分析：

此步骤目的是确定每年的自愿减排收益占 MRTS 项目每年总运行和维护成本的比例。项目参与者应该评估每年的自愿减排收益是否等于或超出 MRTS 项目年总运行和维护成本的 10%。因此，项目参与者应该计算运行和维护成本与 MRT 系统达到设计的运力时的预期的自愿减排收益。为了额外性论证该项分析应该事前进行。计算中用到的所有假设都应在项目设计文件中成文并提供证据支持。进行自愿减排项目影响分析中输入的数值和数据都应“额外性论证与评价工具”中指明的进行投资分析时用到的输入数值和数据的要求相一致。

项目参与者应该：

- 提供关于拟议项目预期产生的年自愿减排收益的事前评估。在评估中，当 MRT 系统达到了其设计时的稳定运行时，年运行和维护成本以及客运需求都应该被评估。在提交项目设计文件进行审定前，自愿减排价格应该取二级市场的均价作为全年的价格。在项目参与者与买家已签订减排购买协议情况下，计算中可以使用购买协议中的自愿减排减排量价格。

- 明确描述已考虑的运行和维护成本要素，并提供拟议项目活动的年总预期运行和维护成本估计，为相关假设提供证据。

表 2 和表 3 分别列出了在该分析中基于公交的和基于轨道的 MRTS 应该考虑的运行和维护成本的项目要素和指标类型。

表 1: BRTs 的运行和维护成本要素

项目	成本计算中的计数单位
固定运行成本	
司机工资	雇员/车辆
机械师工资	雇员/车辆
管理人员和督查者的工资	雇员/车辆
其他管理费用	可变成本+ 维护 + 人员所占百分比 (%)
车队保险	车辆价值/年的百分比 (%)
可变运行成本	
燃料	L/ 100 km m ³ 天然气/100km
轮胎	
• 新轮胎	单位/ 100,000km
• 胎面翻新	单位/ 100,000 km
润滑剂	
• 发动机	L/10,000 km
• 传动装置	L/10,000 km
• 差速器	L/10,000 km
• 黄油	kg/10,000 km

项目	成本计算中的计数单位
维修	车辆价值/年的百分比（%）

来源: GTZ 2005. 公共交通选择。

**表 2:轨道系统的运行和维护成本要素
(地铁、轻轨和有轨电车)**

项目	成本计算中的计数单位
固定运行成本	
司机工资	雇员/列车
机械师工资	雇员/列车
管理人员和督查者的工资	雇员/列车
其他管理费用	可变成本+ 维护 +人员所占百分比（%）
车辆保险	车厢价值/年的百分比（%）
可变运行成本	
燃料	L/ 100 km kWh/ 100 km
轨道	Units/ 100,000 km
维护	车厢价值/年的百分比（%）

如果每年的自愿减排收益等于或超出拟议自愿减排项目活动的 MRTS 年总运行和维护成本的 10%，则拟议的自愿减排项目是额外的。否则，拟议的自愿减排项目活动被认为不具有额外性。

如果项目活动被认为具有额外性，并且项目参与者可以提供证据证明现存的交通系统足够满足由该项目系统替代部分的交通需求，基准线情景就可以认为是现行交通模式的延续。

4. 基准线排放

基准线排放是指在项目活动还没有被实施的情况下使用该项目活动的乘客进行交通旅行而发生的排放。依据没有该项目时乘客采用的交通模式的不同（相关车辆类型）而不同。

基准线排放是按被调查的每一个乘客计算的。对每一个被调查的乘客单独计算基准线排放，然后与个人扩展因子相乘得到被调查的这一特定周所有乘客的基准线排放。然后再与这一时期的乘客总数相乘就得到了基准线排放。见以下步骤：

步骤 1：按照附件 4 中的程序进行调研：对每个被调查的乘客单独确定基准线中发生的每种交通模式的旅行距离。

步骤 2：计算每个被调查乘客的基准线排放（见下文公式 2）。

步骤 3：根据调查样本设计（如附件 4 中的定义）对每一个被调查乘客选择一个个人扩展因子，并将这些总计得到该调研期间（周）的总的基准线排放。年（或监测期）的基准线排放由调查期间（周）的每个乘客的基准线排放与每年（或监测期）旅行乘客的总数相乘而得到（见下文公式 1）。

步骤 4：取 95% 的置信区间的下限作为总的基准线排放（见附件 4）。

基准线排放计算如下：

$$BE_y = \frac{P_y}{P_{SPER}} \sum_p (BE_{p,y} \cdot FEX_{p,y}) \quad (1)$$

BE_y = y 年基准线排放 (tCO₂)

$BE_{p,y}$ = 每个被调查乘客 p 在 y 年的基准线排放 (tCO₂)

$FEX_{p,y}$ = 在 y 年调查的每个被调查的乘客 p 的扩展因子 (每个被调查的乘客有一个不同的扩展因子)

P_y = y 年的乘客总数

P_{SPER} = 在调查期间的乘客数量 (1 周)

p = 被调查乘客 (每个单独的)

y = 计入期内的年

每个被调查乘客 p 的基准线排放的通过其所使用的交通模式、每种模式的行程和每种模式的排放因子来计算：

$$BE_{p,y} = \sum_i BTD_{p,i,y} \cdot EF_{PKM,i,y} \times 10^{-6} \quad (2)$$

$BE_{p,y}$ = 每个被调查乘客 p 在 y 年的基准线排放 (tCO₂)

$EF_{PKM,i,y}$ = y 年每个乘客-公里交通模式 i 的排放因子 (gCO₂/PKM)

$BTD_{p,i,y}$ = 每个被调查乘客 p 在 y 年使用模式 i 的基准线行程(PKM)

p = 被调查的乘客(每个单独的)

i = 相关的车辆类型

y = 计入期内的年

(1) 识别相关的车辆类型（交通模式）

上述公式（2）中提到的车辆种类 i 可以包括下面所列类型：

- 公共汽车，如果需要，可以区分为大型、中型和小型公共汽车三个亚种类。这也包括项目活动前存在的公交专用道或快速公交系统（BRTs）的公共汽车。对于后者，来自传统公交系统和 BRT 的公共汽车的排放是分开计算的。
- 客车
- 出租
- 摩托车
- 用于运载乘客的三轮车或 2 轮以上的摩托车
- 现存的地铁、城铁、轻轨（包括有轨电车）³
- 非机动车运载（NMT）
- 其它车辆种类

相关的车辆种类应该在项目设计文件中明确识别。

如果有些车辆种类没有被明确识别或者不符合上述任一种类，应该在调研中

³如果项目活动是公交专用线或 BRT 那么就一定不能包括现存的轨道系统，因为它们的基准线排放被认为是零（保守的方法）。

被归为“其它”。该种类的基准线排放被看作为零排放⁴。指标 i 用来区分该分析中每一相关的车辆种类（交通模式）。

（2）确定每一乘客-公里的排放因子（ $EF_{PKM,i,y}$ ）

乘客-公里（PKM）被定义为平均的乘客行程乘以乘客数目。对每一种车辆来说，每 PKM 的排放因子是事先计算的。出租车或公共汽车所占比例的变化影响着相应的排放因子被监测为泄漏。

每 PKM 的排放因子计算如下：

（2.1）情况 1：以电力为基础的交通系统（例如：城市轨道系统）的每 PKM 的排放因子

对于以电力为基础的车辆类型，应使用下列公式：

$$EF_{PKM,i,y} = \frac{TE_{EL,i,y}}{P_{EL,i,y} \cdot TD_{EL,i}} \times 10^6 \quad (3)$$

$EF_{PKM,i,y}$ = 以电力为基础的车辆类型 i 在 y 年的每 PKM 的排放因子
(gCO₂/PKM)

$TE_{EL,i,y}$ = 以电力为基础的车辆类型 i 在 y 年的总排放量(tCO₂)

$P_{EL,i,y}$ = y 年乘坐以电力为基础的车辆类型 i 的总乘客数目(乘客数)

$TD_{EL,i}$ = 在项目启动前乘客乘坐以电力为基础的车辆类型 i 的平均里程数
(km)

以电力为基础的车辆类型 i 的总排放量 $TE_{EL,i,y}$ 对于每一个车辆类型 i ，应该使用“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”来计算。当使用这一工具时，工具中的参数 $EC_{BL,K,y}$ 应该是以电力为基础的车辆类型 i 在 y 年所使用的电量，这样就与按照平均行程 $TD_{EL,i}$ ⁵ 进行旅行的乘客数 $P_{EL,i,y}$ 相一致。

⁴在间接项目排放中，如果被调查对象选择“其他”项，则取所有类型具有最高排放因子的那个。

⁵旅行距离只在项目启动前监测。消耗的电力和运载的乘客要每年进行监测以追踪轨道系统中导致每一运载乘客的排放因子变化的技术改良。

(2.2) 情况 2: 以燃料为基础的交通系统每 PKM 的排放因子 (例如: 公路车辆)

对于以燃料为基础的车辆类型, 使用以下公式计算每 PKM 的排放因子:

$$EF_{PKM,i,y} = \frac{EF_{KM,i,y}}{OC_i} \quad (4)$$

$EF_{PKM,i,y}$ = 车辆类型 i 在 y 年的每乘客-公里的排放因子(gCO₂/PKM)

$EF_{KM,i,y}$ = 车辆类型 i 在 y 年的每公里的排放因子 (gCO₂/km)

OC_i = 在项目启动前车辆类型 i 的平均占用率(乘客数)

i = 相关的车辆类型

y = 计入期内年

(2.2.1) 计算平均占用率(OC_i)

车辆类型 i 的平均占用率是基于目测所有车辆类型 i 的占用率计算的。对公共汽车来说, 除了目测占用率调查外, 也可以通过上下车或电子智能车票调查来确定占用率, 路线的扩展因子用来计算整个路线的平均占用率。对出租车来说, 不应包括驾驶员。

关于占用率的目测调查和上下车调查的具体详细的程序见附件 1、2、3 关于扩展因子的详细程序见附件 4.

对于公交车来说, 作为一个选项, 占用率可以通过公交乘客的平均行程、总的乘客数和公交车行驶的总距离用以下公式来计算:

$$OC_B = \frac{PBL_B \cdot TDBL_{P,B}}{DD_B} \quad (5)$$

OC_B = 项目启动前公交车的平均占用率 (乘客数)

PBL_B = 项目启动前基准线公交车乘客 (乘客数)

$TDBL_{P,B}$ = 项目启动前使用基准线公交车乘客的平均行程 (公里)

DD_B = 项目启动前所有公交车的总的行程(公里)

(2.2.2) 每公里的排放因子计算($EF_{KM,i,y}$)

需要识别每种车辆类型的相关的燃料类型。每公里的排放因子需要每年根据每种燃料所占的比例的记录（最新可得的官方记录）重新计算。如果使用了生物燃料的混合物，混合物中的生物燃料部分的排放因子($EF_{CO2,x,y}$)应该被当作零。

如果公共汽车存在着不同的亚类（如，小型、中型、大型），应该计算每个亚类的公共汽车的排放因子，然后按下面描述的方法进行累计。如果存在公交专用道，应该包括“公交专用道上的公共汽车”这一种类。

每公里的排放因子不是常数，而是需要每年更新的。有两种方法供选择来计算 $EF_{KM,i,y}$ 。对于每一种车辆种类，项目可以选择两种方法之一。在计入期内，项目不能从一种方法更换为另一种方法，也就是说，这个选择是针对整个计入期的。基于轨道的车辆必须每年监测电力消耗加上乘客交通量（公式 3）。

(2.2.2.1)选项1：车辆种类i的燃料消耗率（ SFC ）的年度监测：

$$EF_{KM,i,y} = \frac{\sum_x (SFC_{i,x,y} \cdot NCV_{x,y} \cdot EF_{CO2,x,y} \cdot N_{x,i})}{N_i} \quad (6)$$

$EF_{KM,i,y}$ = 车辆类型*i*在 *y*年的每公里的排放因子(gCO₂/km)

$SFC_{i,x,y}$ = 车辆类型*i*在 *y*年使用燃料类型*x*的燃料消耗率(燃料的体积或重量单位/km)

$NCV_{x,y}$ = 在 *y*年燃料类型*x*的净热值(J/燃料的体积或重量单位)

$EF_{CO2,x,y}$ = 在 *y*年燃料类型*x*的碳排放因子 (gCO₂/J)

N_i = 项目启动前类型*i*的车辆数目 (辆)

$N_{x,i}$ = 项目启动前使用燃料类型*x*的车辆类型*i*的车辆数目 (辆)

y = 计入期内年

(2.2.2.2)选项 2： 每个车辆种类i使用一固定的技术改良因子 (IR):

$$EF_{KM,i,y} = (IR_i)^{t+y} \cdot \frac{\sum_x (SFC_{i,x} \cdot NCV_{x,y} \cdot EF_{CO2,x,y} \cdot N_{x,i})}{N_i} \quad (7)$$

- $EF_{KM,i,y}$ = 车辆类型*i*在 *y*年的每公里的排放因子(gCO₂/km)
- $SFC_{i,x}$ = 项目启动前车辆类型*i*在 *y*年使用燃料类型*x*的燃料消耗率(燃料的体积或重量单位/km)
- $NCV_{x,y}$ = 在 *y*年燃料类型*x*的净热值(J/燃料的体积或重量单位)
- $EF_{CO2,x,y}$ = 在 *y*年燃料类型*x*的碳排放因子 (gCO₂/J)
- N_i = 项目启动前类型*i*的车辆数目 (辆)
- IR_i = 每 *t+y* 年车辆类型*i* 的技术改良因子(比率)
- $N_{x,i}$ = 项目启动前使用燃料类型*x*的车辆类型*i*的车辆数目 (辆)
- t* = 年度改良的年数 (取决于每个车辆类型的年限数据)
- y* = 计入期内年

技术改良因子见下表:

表 4:缺省技术改良因子 (每年)

车辆类型	技术改良因子 (<i>IR</i>)
公共汽车	0.99
客车	0.99
出租车	0.99
摩托车(包括三轮摩托)	0.99

不管是上述选项 1 和选项 2, 如果存在公共汽车的亚类型(例如: 小型、中型、大型), 使用上述公式计算每一亚类型的排放因子后 ($EF_{KM,L,y}$, $EF_{KM,M,y}$, $EF_{KM,S,y}$) 都须用下列公式计算累计排放因子:

$$EF_{KM,B,y} = \frac{EF_{KM,L,y} \cdot DD_L + EF_{KM,M,y} \cdot DD_M + EF_{KM,S,y} \cdot DD_S}{DD_L + DD_M + DD_S} \quad (8)$$

$EF_{KM,B,y}$ = 公交车每公里的排放因子(gCO_2/km)

$EF_{KM,L/M/S,y}$ = 公交车亚类型 L (大型)、 M (中型)、 S (小型) 每公里的排放因子(gCO_2/km)

$DD_{L/M/S}$ = 项目启动前公交车亚类型 L (大型)、 M (中型)、 S (小型) 的总行程(公里)

y = 计入期内年

如果基准线中已经存在公交专用道,相应的每公里的排放因子应该为该类型 $EF_{km,BBL}$ 的所有现存的公交专用道的平均值。

公交车行驶的距离可以基于车辆的数量和年均行程计算。但是,在其他情况下,公司对车辆的总行程应该有可靠的记录。

基准线排放涉及到项目中乘客在没有该项目时从出发地到目的地的总排放:

- 旅行的出发地和目的地被假定为等同于项目的基准线,诱增交通量只包含在项目中,而不能作为基准线的行程。
- 但是,在基准线中 O (出发地) 和 D (目的地) 之间的旅行距离和使用的交通模式比在项目情况下差异性更大。
- 旅行距离会发生变化。因为和传统的公交出行相比,由于 MRTS 的高速性,一些乘客在使用 MRTS 项目时更愿意绕远。

该方法学比较基准线中每一 $O-D$ 行程的排放和项目中每一 $O-D$ 行程的排放,充分考虑了可能的潜在的变化。确定 $O-D$ 模式和每种模式的行驶距离的数据来源于每年实施的对项目乘客进行的有代表性的调查。在每年每 PKM 的排放和项目中乘客的数量计算后,总的基准线排放就在这些参数的基础上计算出来了。

5. 项目排放

项目排放是由MRTS消耗的燃料和/或电力(直接的项目排放)加上项目中乘客从他们行程的出发地到项目的进站点和从出站点到行程的目的地这一过程产生的排放(间接的排放)。如图2:



图 2：直接和间接项目排放

项目排放计算如下：

$$PE_y = DPE_y + IPE_y \quad (9)$$

PE_y = y 年项目排放(tCO₂)

DPE_y = y 年直接项目排放(tCO₂)

IPE_y = y 年间接项目排放(tCO₂)

直接项目排放的计算(DPE_y)

情况 1：在项目活动交通系统中化石燃料的使用

如果该项目的交通系统使用化石燃料，应该使用最新版本的“化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具”。使用该工具的指南如下：

- 工具中参数 $PE_{FCj,y}$ 对应项目交通系统在 y 年使用化石燃料的直接排放(DPE_y)；并且
- 因素过程 j 对应着项目车辆中燃料类型 x 的燃烧；

如果项目对总的燃料消耗量没有可靠的记录，可以使用相类似交通车辆（技术、年代、型号相当）的代表性样本的燃料消耗率和行驶的总距离来计算工具中的参数 $FC_{PJ,x,y}$ 。作为样本的交通车辆必须是在项目线路上行驶的项目车辆。抽样标准取决于技术（如，欧盟标准）、年代、车辆型号。出于保守考虑，基于抽样数据的项目燃料消耗应该取 95%置信水平下不确定区间的上限。这就意味着，实际项目燃料消耗等于或低于该项目使用的数据这一表述有 95%的可信度。

如果基于抽样测量的方法来确定总的燃料消耗，则使用如下公式：

$$FC_{PJ,x,y} = SFC_{i,x,y} \cdot DD_{PJ,x,y} \quad (10)$$

$FC_{PJ,x,y}$ = 使用燃料类型 x 的交通车辆在 y 年总的燃料消耗(燃料的重量或体积单位)

$SFC_{i,x,y}$ = 在 y 年使用燃料类型 x 的车辆类型 i 的燃料消耗率 (燃料的重量或体积单位每公里)

$DD_{PJ,x,y}$ = 在 y 年使用燃料类型 x 的车辆的行驶距离(km)

情况 2: 在项目活动交通系统中电力的使用

如果项目活动涉及到以电力为基础的交通系统（例如，电气化铁路系统），由于电力消耗产生的排放要根据“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”来计算。在该工具中的参数 $PE_{EC,y}$ 对应于项目交通系统在 y 年的直接项目排放 (DPE_y)。只有列车推进系统消耗的电力才被包括在以轨道为基础的 MRTS 中。

间接项目排放的计算 (IPE_y)

间接排放是指乘客从他们行程的出发地到项目的进站点和从出站点到行程的最终目的地这一过程产生的排放。

- 需要调查识别出乘客的出发地、项目的进站点、项目出站点、最终目的地以及在这些不同地点间所采用的交通模式，如从出发地到项目进站点骑自行车和从项目出站点到最终目的地乘坐出租车；
- 从出发地到进站点和从出站点到目的地之间的距离可以基于如，公共交通线路、电子地图和 GPS（与基准线行程的确定一样）来计算；
- 间接项目排放的每乘客每公里的排放因子与基准线的每乘客每公里的排放因子($EF_{PKM,i,y}$)是相同的。

计算间接排放应遵循下列步骤：

步骤 1: 根据附件 4 中的程序实施调查，并确定每一被调查的乘客到达/离开 MRTS 所采用的每种交通模式的行程。

步骤 2: 根据下列公式 4 计算每个被调查乘客的间接排放。

步骤 3: 根据调查抽样设计对每一被调查乘客使用一单独的扩展因子（如附件 4 规定），并将这些累计得到调查期间（周）的总间接排放。年（或监测期）的间接排放由调查期间（周）每个乘客的间接排放乘以每年（周期）的总的运载乘客数目得到，如公式 3。

步骤 4: 总的间接项目排放取 95%置信区间(见附件 4)。

$$IPE_y = \frac{P_y}{P_{SPER}} \sum_p (IPE_{p,y} \cdot FEX_{p,y}) \times 10^{-6} \quad (11)$$

IPE_y = y 年的间接项目排放 (t CO₂)

$IPE_{p,y}$ = y 年每个被调查乘客 p 的间接项目排放(g CO₂)

$FEX_{p,y}$ = y 年每个被调查乘客 p 的扩展因子

P_y = y 年总的乘客数

P_{SPER} = 调查期间的乘客数(1 周)

p = 被调查乘客 (相互独立)

y = 计入期内年

每位被调查乘客的间接项目排放是由所采用的交通模式、每种交通模式的行程和每种模式的排放因子来计算的。

$$IPE_{p,y} = \sum_i IPTD_{p,i,y} \times EF_{PKM,i,y} \quad (12)$$

$IPE_{p,y}$ = y 年每个被调查乘客 p 的间接项目排放(gCO₂)

$EF_{PKM,i,y}$ = y 年交通模式 i 的每乘客公里的排放因子(gCO₂/PKM)

$IPTD_{p,i,y}$ = y 年被调查乘客 p 采用交通模式 i 的行程 (km)

根据被调查的乘客和调查设计,采用相应的扩展因子来计算总的间接项目排放。总的间接项目排放根据抽样/调查结果的 95% 置信区间的来确定。

6. 泄漏

泄漏包括以下排放源:

- 由项目引起的基准线交通系统中出租车和公交车荷载因子变化产生的排放($LE_{LFB,y}$ 与 $LE_{LFT,y}$), 与
- 由于受到影响的道路拥堵的减少导致平均车速的提高加上反弹效应产生的排放($LE_{CON,y}$), 与

- 气态燃料的上游排放 ($LE_{UP,y}$)。

由新的交通系统引起的对交通的影响 (额外的行程)被包括在项目排放中, 因而不是泄漏的一部分。在没有该项目时乘客不必进行的旅行产生的排放被包括在项目排放中。

泄漏排放计算如下:

$$LE_y = LE_{LFB,y} + LE_{LFT,y} + LE_{CON,y} + LE_{UP,y} \quad (13)$$

$$LE_y = y\text{年泄漏排放 (tCO}_2\text{)}$$

$$LE_{LFB,y} = y\text{年由公交车荷载因子的变化引起的泄漏排放 (tCO}_2\text{)}$$

$$LE_{LFT,y} = y\text{年由出租车荷载因子的变化引起的泄漏排放(tCO}_2\text{)}$$

$$LE_{CON,y} = y\text{年由交通拥堵的变化引起的泄漏排放(tCO}_2\text{)}$$

$$LE_{UP,y} = y\text{年由气态燃料上游排放引起的泄漏排放(tCO}_2\text{)}$$

出于保守考虑, 对于 $LE_{LFB,y}$, $LE_{LFT,y}$, $LE_{CON,y}$ 和 $LE_{UP,y}$ (导致净排放) 只有为正值时才考虑。

由于公交车荷载因子变化引起的排放的计算($LE_{LFB,y}$)

项目对传统公共汽车队的荷载因子会有一个负影响。应该在整个大城区监测荷载因子的变化, 因为潜在影响不一定在 MRTS 项目附近 (公共汽车可以在大城区的其他区域使用)。公共汽车的荷载因子在计入期的第一和第四年监测。只有在将监测值和基准线值相比较, 公交车的荷载因子下降 10% 时, 由公交车荷载因子变化引起的泄漏才被考虑, 计算如下:

$$LE_{LFB,y} = \max \left\{ \frac{1}{10^6} \cdot N_{B,y} \cdot AD_B \cdot EF_{KM,B,y} \cdot \left(1 - \frac{OC_{B,y}}{OC_B} \right); 0 \right\} \quad (14)$$

$$LE_{LFB,y} = y\text{年由公交车荷载因子的变化引起的泄漏排放 (tCO}_2\text{)}$$

$$N_{B,y} = y\text{年基准线的公交车数量(公交车)}$$

$$AD_B = \text{基准线公交车每年的平均行驶距离 (km/公交车)}$$

$EF_{KM,B,y}$ = y 年基准线公交车每公里的排放因子(gCO_2/km)

$OC_{B,y}$ = y 年基准线公交车的平均占用率 (乘客)

OC_B = 在项目启动前基准线公交车的平均占用率 (乘客)

公交车占用率通过上下车或通过目测调查或通过项目设计文件中描述的其它方法来监测。应该用相同的方法来监测项目启动前的基准线荷载因子和项目执行期间的荷载因子。关于目测占用率调查和上下车调查程序见附件1、2、3。

由于出租车荷载因子变化引起的排放的计算($LE_{LFT,y}$)

项目对出租车的荷载因子有负影响。出租车可以包括轿车和提供客运出租的装有发动机的人力车。如果两种类型的出租车都存在,要分开监测这两类出租车类型的荷载因子的变化。荷载因子的监测要面向整个大城区,因为出租车是在大城区内到处运营的,而不是固定在某一特定区域提供服务。出租车的荷载因子在计入期的第一和第四年监测。泄漏计算如下:

$$LE_{LFT,y} = \max \left\{ N_{T,y} \cdot AD_T \cdot EF_{KM,T,y} \cdot \left(1 - \frac{OC_{T,y}}{OC_T} \right) \cdot \frac{1}{10^6}; 0 \right\} \quad (15)$$

$LE_{LFT,y}$ = y 年由出租车荷载因子的变化引起的泄漏排放 (tCO_2)

$N_{T,y}$ = y 年基准线的出租车数量(出租车)

AD_T = 基准线出租车每年的平均行驶距离 ($km/公交车$)

$EF_{KM,T,y}$ = y 年基准线出租车每公里的排放因子(gCO_2/km)

$OC_{T,y}$ = y 年基准线出租车的平均占用率 (乘客)

OC_T = 在项目启动前基准线出租车的平均占用率 (乘客)

出租车荷载因子的最大变化要归功于因乘客从出租车换乘项目引起的排放的减少(由出租车每乘客-公里的排放因子、行程、项目运载的乘客数目(没有该项目时乘坐出租车)来计算)。由于项目的乘客数目(没有项目时,这些乘客将乘坐出租车),最大化条件在荷载因子全城蔓延时成立,也是由于项目的外部

因素和因项目导致的出租车荷载因子变化导致的泄漏引起的。项目可以根据乘坐的乘客数量达到最大化条件，这些乘客在没有该项目时将乘坐出租车。

出租车的占用率的监测通过目测调查法记录乘客的数目。关于出租车的目测调查法的详细步骤见附件 3。

基准线出租车在 y 年每公里的排放因子($EF_{KM,T,y}$) 使用基准线排放部分描述的 $EF_{KM,i,y}$ 的公式来计算，将 i 替换为 T (出租车)。

因拥堵减少引起的排放($LE_{CON,y}$)

项目活动会减少剩余的公交车数量以及其余的由混合交通使用的道路上的潜在车辆，因而也会减少拥堵。另一方面，MRTS 项目活动也会减少传统公交车和私人交通方式的道路空间。因此，由于拥堵的减少会产生两种效应：

- 诱增交通量效应（或反弹效应），换言之，“受影响道路”上更多的乘客轿车的出行；
- 车辆速度效应的变化，换言之，由于“受影响道路”上的汽车速度的减小或增加引起的排放的变化。

在项目活动导致道路对私人机动交通通行能力减弱的情况下，拥堵变化的影响应该在计入期的第一和第四年监测。其它情况下（如，项目提供了新的道路设施而没有减少城市中现有的道路空间），对这些变化的监测则不是必要的⁶。道路对私人机动交通通行能力的变化可能是由于MRTS执行导致的道路空间的减少和/或因项目活动而撤销传统公共交通引起的交通流的减少而导致的。

判断道路通行能力是否减弱需用下列程序：

步骤 a): 道路对机动交通模式额外通行能力的确定

下列公式确定额外道路通行能力，即当项目的 MRT 系统趋向于达到规划的运载能力时在当年因项目活动的执行导致的道路对继续运行的交通模式的通行能力：

$$ARS_y = \sum_y \frac{BSCR_y}{N_B} \times SRS - \frac{RS_{BL} - RS_{PJ}}{RS_{BL}} \quad (16)$$

ARS_y = 在 y 年当项目的 MRT 系统趋向于达到规划的运载能力时，道路对私人机动交通模式的额外通行能力（百分比）

$BSCR_y$ = y 年因项目退役的公交车

⁶由于交通流速度提高导致的减排通常会超过因拥堵减少导致的乘客汽车的诱增交通量带来的排放增加。

- N_B = 基准线中使用的公交车数量 (辆)
- SRS = 基准线中公共交通使用的道路空间比例 (百分比)
- RS_{BL} = 基准线中总的道路空间(条-公里)
- RS_{PJ} = 项目中总的道路空间 (= RSB -因项目活动中公交车道的占用而减少的公里数) (条-公里)

如果没有最新的好的方法来计算 SRS ，则用下列公式来确定这一参数：

$$SRS = \frac{TD_B \times 2.5}{TD_B \times 2.5 + TD_T + TD_C} \quad (17)$$

- SRS = 基准线中公共交通使用的道路空间比例 (百分比)
- TD_B = 基准线中公共交通工具的总行程(公里)
- TD_T = 基准线中出租车的总行程 (公里)
- TD_C = 基准线中私家车的总行程 (公里)

假定一辆公交车比一辆私家车或出租车多占 2.5 倍的道路空间。

对所有的行程变量来说，要求必须是同一年的数据、同一空间范围、同一时间间隔。

如果 ARS_y 是负的，因项目活动道路通行能力减弱而使拥堵增加导致的泄漏排放应该按照下面步骤b) 计算。如果 ARS_y 是正的，就假定 $LE_{CON,y}$ 为零。

Step b): $LE_{CON,y}$ 的计算

相应的排放 $LE_{CON,y}$ 计算如下：

$$LE_{CON,y} = \max(LE_{REB,y} + LE_{SP,y}, 0) \quad (18)$$

其中：

- $LE_{REB,y}$ = y 年因诱增交通量/反弹效应产生的泄漏排放 (tCO₂)
- $LE_{SP,y}$ = y 年因车辆速度变化产生的泄漏排放 (tCO₂)

Step c): 因诱增交通量/反弹效应产生的排放计算($LE_{REB,y}$)

俘获诱增交通量（反弹效应）产生的排放需要以下假设（诱增交通量以乘客的汽车和出租车测定）：

- 所有额外的汽车/出租车在受影响道路上行驶的距离都被认为是额外的行程，换言之，假定以前使用的供选择的路线变短了，这是一保守的假定。
- 在受影响道路上所有额外的汽车/出租车都被认为是因项目导致的，而不是因为诸如总的交通量增加这样的外部影响，这也是一保守的假定。

通过对在受影响道路上行驶的乘客汽车和出租车的行驶距离和交通流量的测量来实现监测。监测在计入期内的第一和第四年实施。

首先“受影响道路”应该在项目设计文件中被识别并通过地图清晰表明。识别“受影响道路”的程序见该方法学的定义部分术语“受影响道路”的描述。

额外的拥堵产生的反弹效应在这种情况下是负的。作为测定每一条受影响道路负反弹效应的先决条件，汽车/出租车的平均速度被监测并且与基准线情况下相比较。

车辆速度指的是平均速度，换言之，指的是在受影响道路上总的行程除以总时间。出租车和乘客的汽车被一致对待。每一条受影响道路都应该监测这一因素。

受影响道路的反弹效应计算如下：

$$LE_{REB,y} = \frac{1}{10^6} \cdot \sum_i (TDIZ_{i,y} \cdot EF_{KM,i,y} \cdot (NIZ_{i,y} - NIZ_{i,BL} + NIZ_{i,MS,y})) \quad (19)$$

其中：

$LE_{REB,y}$ = y 年因反弹效应导致的泄漏排放(tCO_2)

$TDIZ_{i,y}$ = y 年受影响道路上汽车/出租车的平均行程(km)

$EF_{KM,i,y}$ = y 年汽车/出租车的每公里的排放因子 (gCO_2/km)

$NIZ_{i,y}$ = y 年使用受影响道路的汽车/出租车的数量（辆）

$NIZ_{i,BL}$ = 基准线情景下每年使用受影响道路的汽车/出租车的数量（辆）

$NIZ_{i,MS,y}$ = y 年由于转向MRTS而不再使用的汽车和出租车的数量（辆）

i = 汽车，出租车

y 年由于转向MRTS而不再使用的汽车和出租车的数量计算如下：

$$NIZ_{i,MS,y} = \frac{MS_{i,s} \cdot P_y}{OC_i} \quad (20)$$

其中：

$NIZ_{i,MS,y}$ = y 年由于转向MRTS而不再使用的汽车和出租车的数量（辆）

$MS_{i,y}$ = y 年本来使用交通模式 i 的乘客使用MRTS的净比例(%)

P_y = y 年项目运载的乘客数量(乘客)

OC_i = 在项目启动前车辆类型 i 的平均占用率(乘客)

i = 汽车，出租车

由汽车/出租车转换成 MRTS 的乘客净比例是基于基准线情景下至少部分行程使用汽车/出租车的乘客比例减去部分行程（去或离开 MRTS）使用汽车/出租车的 MRTS 乘客比例来计算的。

Step d): 车速改变导致的排放的计算 ($LE_{SP,y}$)

因车速改变导致的泄漏排放专门针对汽车和出租车的计算如下：

$$LE_{SP,y} = \frac{1}{10^6} \cdot \sum_i (NIZ_{i,y} \cdot TDIZ_{i,y} \cdot (EF_{KM,VP,i,y} - EF_{KM,VB,i})) \quad (21)$$

其中：

$LE_{SP,y}$ = y 年由于汽车和出租车车速变化引起的泄漏排放(tCO_2)

$NIZ_{i,y}$ = y 年使用受影响道路的汽车/出租车的数量（辆）

$TDIZ_{i,y}$ = y 年受影响道路上汽车/出租车的平均行程(km)

$EF_{KM,VP,i,y}$ = y 年项目速度下汽车/出租车的每公里的排放因子 (gCO_2/km)

$EF_{KM,VB,i}$ = y 年基准线速度下汽车/出租车的每公里的排放因子 (gCO_2/km)

I = 汽车，出租车

受影响道路上的项目速度在计入期的第一年和第四年监测。车速是在运动条件下监测的。基准线和项目的车速应该用相同的方法确定。

受影响道路上汽车和出租车的数量是通过目测或电子计数法来监测的。

为了确定在项目速度和基准线速度下汽车/出租车每公里的排放因子，项目参与者可以在项目区使用依据官方承认的方法学得出的速度附加因子并用相应的文件确保质量（这是首选）或者使用由 CORINAIR 开发的乘客汽车的速度附加因子和排放之间的缺省关系。乘客汽车和出租车使用同一车速。并且：

$$\frac{EF_{KM,VP,i,y}}{EF_{KM,VB,i}} = \left(\frac{V_{P,y}}{V_B} \right)^{-0.7} \quad (22)$$

其中：

$EF_{KM,VB,i}$ = 基准线速度下汽车/出租车的每公里的排放因子 (gCO₂/km)

$EF_{KM,VP,i,y}$ = y 年项目速度下汽车/出租车的每公里的排放因子 (gCO₂/km)

V_B = 项目启动前汽车/出租车的平均速度 (km/h)

$V_{P,y}$ = y 年汽车/出租车的平均速度 (km/h)

该情景下 V_B 与 V_P 指移动速度，换言之，是指在运动条件下的车速。

气态燃料的上游排放 ($LE_{UP,y}$)

只有当项目车辆比基准线车辆消耗更多的气态燃料时才应包含气态燃料的上游泄漏。在这种情况下，为了计算简便，上游泄漏排放的计算只考虑项目活动中使用的气态燃料。下列排放源应被考虑：

- 与项目工厂中使用的天然气和没有项目活动时电网使用的化石燃料的提纯、加工、液化、运输、再汽化和分配有关的 CH₄ 逃逸排放；
- 在项目活动中更多 LNG 被使用的情况下：与液化、运输、再汽化和压缩进天然气传输与分配系统这一过程有关的燃料消耗/电力消耗的 CO₂ 排放。

因而，泄漏排放计算如下：

$$LE_{UP,y} = LE_{CH_4,y} + LE_{LNG,CO_2,y} \quad (23)$$

其中：

$LE_{UP,y}$ = y 年液化燃料泄漏的上游排放 (t CO₂e)

$LE_{CH_4,y}$ = y 年因上游 CH_4 排放逃逸导致的泄漏排放 (t CO_2e)

$LE_{LNG,CO_2,y}$ = y 年与液化、运输、再汽化和将 LNG 压缩进天然气传输与分配系统这一过程有关的化石燃料消耗/电力消耗的泄漏排放 (t CO_2e)

因上游 CH_4 排放逃逸导致的泄漏排放

$$LE_{CH_4,y} = FC_{PJ,NG,y} \times NCV_{NG,y} \times EF_{NG,upstream,CH_4} \times GWP_{CH_4} \quad (24)$$

其中：

$LE_{CH_4,y}$ = y 年因上游 CH_4 排放逃逸导致的泄漏排放 (t CO_2e)

$FC_{PJ,NG,y}$ = y 年项目车辆使用的天然气数量 (m^3)

$NCV_{NG,y}$ = y 年项目使用的天然气的净热值 (GJ/ m^3)

$EF_{NG,upstream,CH_4}$ = 天然气生产、运输和分配过程中上游逃逸甲烷的排放因子 (t CH_4 /GJ)

GWP_{CH_4} = 相关承诺期内甲烷对全球变暖的潜在效力

如果与天然气生产、运输和分配有关的 CH_4 逃逸排放的可靠的、精确的全国数据是可获得的，项目参与者应使用这些数据。如果无法获得这些数据，项目参与者可以使用 IPCC (最新版本)提供的缺省值。NCV 依据地方的、区域的或全国的数据或者依据 IPCC 的缺省值。

LNG 中 CO_2 的排放

在适用的地方，与液化、运输、再汽化和将 LNG 压缩进天然气传输与分配系统这一过程有关的化石燃料消耗/电力消耗的 CO_2 排放($LE_{LNG,CO_2,y}$)的计算应该将项目系统消耗的天然气量与一适当的排放因子相乘获得，如下：

$$LE_{LNG,CO_2,y} = FC_{PJ,NG,y} \cdot EF_{CO_2,upstream,LNG} \quad (25)$$

其中：

$LE_{LNG,CO_2,y}$ = y 年与液化、运输、再汽化和将 LNG 压缩进天然气传输与分配系统这一过程有关的化石燃料消耗/电力消耗的泄漏排放 (t CO₂e)

$FC_{PJ,NG,y}$ = y 年项目车辆使用的天然气量 (TJ)

$EF_{CO_2,upstream,LNG}$ = 与液化、运输、再汽化和将 LNG 压缩进天然气传输与分配系统这一过程有关的化石燃料消耗/电力消耗的上游 CO₂ 排放因子 (t CO₂/TJ)

如果与 LNG 生产、运输和分配有关的 CH₄ 逃逸排放的可靠的、精确的全国数据是可获得的，项目参与者应使用这些数据。如果无法获得这些数据，项目参与者可以使用 IPCC (最新版本)提供的缺省值。

7. 减排量

减排量计算如下：

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad (26)$$

其中：

ER_y = y 年减排量(tCO₂)

BE_y = y 年基准线排放(tCO₂)

PE_y = y 年项目排放(tCO₂)

LE_y = y 年泄漏排放(tCO₂)

计入期

使用该方法学限制 10 年的计入期。

8. 不需要监测的数据和参数

除了下表列出的这些参数，该方法学的参考工具中包含的程序也适用。

数据/参数	$TD_{EL,i}$
单位	km
描述	项目启动前使用电力基础的车辆类型 i 的乘客的平均行程
来源	轨道操作员
测量程序（如果有）	基本上依据电子客票系统或者调查
备注	只是轨道行程，不是总的行程

数据/参数	$OC_i/OC_B/OC_T/OC_C/OC_{MR}$
单位	乘客
描述	项目启动前车辆类型 i 的平均占用率。B 代表公交车，T 代表出租车，C 代表乘客的汽车和机动人力车（MR）。
来源	市交通运输部门或由项目参与者或第三方机构做的专门的调研。最多回溯 3 年。
测量程序	依据所有车辆类型的目测占用率调查。 对于公交车，占用率是基于上下车调查、电子智能车票或基于目测占用率调查和线路的扩展因子来确定沿线全程的平均占用率的。对公交车来说还有一个替代方法是，占用率可以通过公交车乘客的平均行程、乘客总数和公交车行驶的总长度来计算。 对于出租车（包括机动人力车），驾驶员不应计算在内。 关于目测占用率调查和上下车调查的详细步骤见附件 1、2、3。
备注	-

数据/参数	PBL_B
单位	乘客
描述	项目启动前基准线公交车运载的乘客（每天或每年）
来源	市交通运输部门或公交车营运者 最多回溯 3 年。与参数 $TDBL_{P,B}$ 使用相同年份的数据。
测量程序	-
备注	-

数据/参数	$TDBL_{P,B}$
单位	km
描述	项目启动前乘客乘坐基准线公交车旅行的平均行程
来源	市交通运输部门或由项目参与者或第三方机构进行的专门调查
测量程序	基本上通过询问乘客进站和出站的调查来计算乘坐公交车的旅行距离。 最多回溯 3 年。与参数 PBL_B 使用相同年份的数据。
备注	与公交车的总数和公交车总的行程一起来计算公交车的平均占用率

数据/参数	$DD_B/DD_L/DD_M/DD_S$
单位	km
描述	项目启动前不同亚类型的公交车的总的行驶距离。B 代表所有公

	交车，L 代表大型公交车，M 代表中型公交车，S 代表小型公交车
来源	数据来自公交公司（公司记录）、市交通运输部门或由项目参与者或第三方机构进行的专门调查。 最多回溯 3 年。
测量程序	公交车的行驶距离通常由公交公司依据里程计读数来记录。当然 GPS 或其它的电子方法更好，但在公交公司不普及。 数据也可以依据简单的测量方法，一般地，根据日行驶距离（通过里程计或 GPS 测量）与公交车的平均运行天数（依据公交车运营者的信息）。 所有公交车总的行驶距离是由每辆公交车的年平均行驶距离和该市大城区运营的注册公交车的数目相乘得来的。
备注	-

数据/参数	AD_B
单位	km/公交车
描述	基准线公交车的年平均行驶距离
来源	数据来自公交公司（公司记录）、市交通运输部门或由项目参与者或第三方机构进行的专门调查。 最多回溯 3 年。
测量程序	公交车的行驶距离通常由公交公司依据里程计读数来记录。当然 GPS 或其它的电子方法更好，但在公交公司不普及。 数据也可以依据简单的测量方法，一般地，根据日行驶距离（通过里程计或 GPS 测量）与公交车的平均运行天数（依据公交车运营者的信息）。 由该市大城区运营的所有注册公交车的总的行驶距离除以注册的公交车数目得到。

备注	-
----	---

数据/参数	$SFC_{i,x}$
单位	g 燃料/km
描述	项目启动前车辆类型 i 使用燃料类型 x 的燃料消耗率
来源	以递减的次序参考： 1. 最近 3 年的当地测量数据（由大学或项目参与者安排执行的调研）； 2. 最近 3 年的调研的国家和国际数据 3. IPCC 关于各个车辆类型的缺省值（最新年份）
测量程序	建议使用以下 选项中方法来确定燃料消耗率（按照参考次序）： 选项 1：使用总数据（如果可以获得，如从公交公司或出租车公司）或各个车辆类型和燃料类型的代表性样本来测量燃料消耗率。对每个车辆类型和燃料进行采样应该包括，如果数据可得，作为核心特征的车龄和动力类型以确保采样尽可能地接近该市大城区的实际交通工具组成。在很大程度上，车龄和技术（通常与排放标准有关，如欧洲标准）是影响燃料消耗率的主要因子。这被 IPCC 按车龄和技术赋予缺省值。出于保守考虑，基于采样的燃料消耗率应取在 95%置信水平上不确定性区间的下限，即，对实际的平均燃料消耗率等于或高于项目中使用的数值有 95% 的信心。 选项 2：根据国家或国际文献使用固定值。文献数据可以依据相似环境下相似车辆的测量（如，其他国家相似的城市）或可以包括对在项目地区行驶的普通车辆的车龄和技术进行识别然后再配以最合适的 IPCC 缺省值。识别车辆技术最重要的一点是项目影响区域所使用车辆的平均年龄。确定是否可以应用美国、日本或欧盟的缺省因子或者当地车辆制造商的信息（在本国拥有重要的汽车制造业或车辆生产进口源的情况下）。

	选项 3：最新的 IPCC 报告关于车辆类型、车龄、车辆出处和技术的缺省值。
备注	-

数据/参数	N_i
单位	车辆
描述	项目启动前车辆类型 i 的数量
来源	市交通运输部门依据各个城市车辆注册的统计或来自车辆控制站的数据（技术和排放控制站）。如果没有城市/市政部门的数据，可以使用区域数据（省，州）或国家的数据（作为最后一个选项）。最多回溯 3 年。
测量程序	-
备注	适用于项目中包含的所有车辆类型。对于乘客的汽车和出租车来说，需每年监测。对于所有其它的类型来说，不必每年监测。 对公交车和不正规出租车或非法的车辆都适用。但正是由于不正规车辆的不可信赖，它们的数目可以通过估计获得。因而，对于两种类型的车辆来说，推荐只包括正式的注册车辆。由于该方法学是基于每乘客公里（PKM）排放的，绝对数目对确定该参数是不相关的。重要的是运载的乘客同样是基于官方记录，因而不包括不正规车辆运载的乘客。

数据/参数	$N_{x,i}$
单位	车辆
描述	项目启动前车辆类型 i 使用燃料类型 x 的车辆数量
来源	市交通运输部门依据各个城市车辆注册的统计或来自车辆控制站的数据（技术和排放控制站）。如果没有城市/市政部门的数据，

	可以使用区域数据（省，州）或国家的数据（作为最后一个选项）。最多回溯 3 年。
测量程序	-
备注	适用于项目中包含的所有车辆类型。对于乘客的汽车和出租车来说，需每年监测。对于所有其它的类型来说，不必每年监测。 对公交车和不正规出租车或非法的车辆都适用。但正是由于不正规车辆的不可信赖，它们的数目可以通过估计获得。因而，对于两种类型的车辆来说，推荐只包括正式的注册车辆。由于该方法学是基于每乘客公里（PKM）排放的，绝对数目对确定该参数是不相关的。重要的是运载的乘客同样是基于官方记录，因而不包括不正规车辆运载的乘客。

数据/参数	N_B
单位	无量纲
描述	基准线情景下公交车的使用数量
来源	市交通运输部门依据各个城市车辆注册的统计或来自车辆控制站的数据（技术和排放控制站）。如果没有城市/市政部门的数据，可以使用区域数据（省，州）或国家的数据（作为最后一个选项）。最多回溯 3 年。
测量程序	-
备注	-

数据/参数	RS_{BL} , RS_{PJ}
单位	km
描述	基准线和项目中道路空间

来源	官方统计或由项目参与者或第三方进行的调查研究
测量程序	-
备注	基准线情景下的道路空间基于官方数据。减少的道路空间根据施工计划（减少的道路空间是指因项目系统让给公交专用车道而排除的车道）。道路空间=基准线下道路空间-排除的车道

数据/参数	AD_T
单位	km/出租车
描述	出租车每年行驶的平均距离
来源	市交通部门或出租车运营者。最多回溯 3 年。
测量程序	依据出租车公司的记录或调查。简单的方法可以通过一个出租车样本的里程计读数，行驶的总距离除以车龄。
备注	-

数据/参数	$NIZ_{i,BL}/NIZ_{C,BL}/NIZ_{T,BL}$
单位	车辆数
描述	基准线情景下每年使用受影响道路的车辆类型 i 的辆数。C 代表轿车，T 代表出租车。
来源	市交通部门或由项目参与者指定的研究。最多回溯 3 年。
测量程序	在被认定道路上的目测计数。如果从被观测道路上分离出主要干道，则应在道路的不同部位进行计数以确保获得平均数。
备注	在项目情景下为了确保方法一致，应用同一方法来确定轿车和出租车的数目。

数据/参数	V_B
单位	km/小时
描述	总平均速度和运行状态下测量的平均速度
来源	市交通部门或由项目参与者指定的研究。如果从上次最新的大变化以来，没有大的基础设施和政策（如，车牌设计程序或新的交通信号设施）变化，最多回溯 3 年。
测量程序	当运行时使用车载测量仪器测定平均车速，用如 GPS 测量在路上总的平均车速。
备注	对反弹效应进行计算需要平均速度，即在受影响道路上总的行驶距离除以总时间。 计算速度效应需要平均移动速度，即，移动条件下的速度，也就是在受影响道路上的总距离除以移动时间（总时间减去车辆静止的时间）。 只监测乘客的汽车和四轮出租车。两种车辆类型使用相同的速度数据。 应该使用相同的方法来确定车辆的项目速度以确保方法的一致性。 需要监测受影响道路上的反弹效应和速度效应。

数据/参数	TD_B, TD_T, TD_C
单位	km
描述	基准线情景下公交车（B）、出租车（T）和私人汽车（C）行驶的总距离
来源	官方统计（车辆注册数据；运输统计）

测量程序	-
备注	数据可以包含非正式运输也可以不包含，只要上述参数来自同一数据源。一般来说，只包括正式运输的数据质量较好，因而应该选用。

数据/参数	$EF_{CO2,upstream,CH4}$																
单位	tCH ₄ /GJ																
描述	天然气生产、运输、分配和在 LNG 状态下的液化、运输、再汽化与压缩进运输或分配系统过程中上游 CH ₄ 逃逸排放的排放因子																
来源	如果具有关于燃料生产和在天然气状态下运输和分配过程中 CH₄ 逃逸排放的可靠精确的全国数据，项目参与者应该使用该数据来确定平均排放因子，通过 CH₄ 排放的总量除以燃料生产或供应的总量。如果这样的数据不可得，项目参与者可以使用下表提供的缺省值。值得一提的是，天然气上游逃逸排放的排放因子应该包括从天然气生产、加工、运输和分配过程中的逃逸排放，如下表所示。该表中使用缺省值的地方，为项目活动所在地的天然气排放因子。美国/加拿大的值可以用在被证明近年较多地使用相关系统元素（天然气生产和/或加工/输送/分配）并且是按国际标准建造和操作的地方。 <table><tr><th>活动</th><th>单位</th><th>缺省值</th><th>下列排放因子范围的参考 出处（1996 年第三卷 IPCC 修正指南）</th></tr><tr><td colspan="4">美国和加拿大</td></tr><tr><td>生产</td><td>t CH₄/PJ</td><td>72</td><td>表 1-60,第 1.129 页</td></tr><tr><td>加工、运输和分配</td><td>t CH₄/PJ</td><td>88</td><td>表 1-60,第 1.129 页</td></tr></table>	活动	单位	缺省值	下列排放因子范围的参考 出处（1996 年第三卷 IPCC 修正指南）	美国和加拿大				生产	t CH ₄ /PJ	72	表 1-60,第 1.129 页	加工、运输和分配	t CH ₄ /PJ	88	表 1-60,第 1.129 页
活动	单位	缺省值	下列排放因子范围的参考 出处（1996 年第三卷 IPCC 修正指南）														
美国和加拿大																	
生产	t CH ₄ /PJ	72	表 1-60,第 1.129 页														
加工、运输和分配	t CH ₄ /PJ	88	表 1-60,第 1.129 页														

	总计 t CH₄/PJ 160 东欧和前苏联 生产 t CH₄/PJ 393 表 1-61,第 1.129 页 加工、运输和分配 t CH₄/PJ 528 表 1-61, 第 1.129 页 总计 t CH₄/PJ 921 西欧 生产 t CH₄/PJ 21 表 1-62,第 1.130 页 加工、运输和分配 t CH₄/PJ 85 表 1-62,第 1.130 页 总计 t CH₄/PJ 105 其他石油出口国/世界上其他国家 生产 t CH₄/PJ 68 表 1-63 和 1-64, 第 1.130 和 1.131 页 加工、运输和分配 t CH₄/PJ 228 表 1-63 和 1-64, 第 1.130 和 1.131 页 总计 t CH₄/PJ 296 注：表中排放因子来源于 1996 年第三卷 IPCC 修正指南中第一列缺省值，计算排放因子范围的平均值。
测量程序	-
备注	-

数据/参数	$EF_{CO_2,upstream,LNG}$
单位	tCO ₂ e/TJ
描述	与液化、运输、再汽化和将 LNG 压缩进天然气传输与分配系统过程中化石燃料消耗/电力消耗产生的上游 CO ₂ 排放的排放因子
来源	如果具有关于液化、运输、再汽化和将 LNG 压缩进天然气传输与分配系统过程中化石燃料消耗/电力消耗产生的上游 CO ₂ 排放的可靠的精确的数据，项目参与者应该使用该数据来确定平均排放因子。如果这样的数据不可得，项目参与者可以使用缺省值 6 tCO ₂ e/TJ。
测量程序	-
备注	-

三、 监测方法学

1. 一般监测规则

作为监测的一部分，所有收集的数据都应该电子存档并在最后一个计入期结束后保存至少两年。所有的监测应该由按照相关的工业标准校准的测量仪器来测量。

2. 监测的数据和参数

如果没有特殊说明，下表中的数据应该 100%被监测。除了下表中列出的参数外，在该方法学的参考工具中程序也适用。

数据/参数	$FC_{PJ,x,y}$
单位	燃料的质量或体积单位
描述	项目运载车辆消耗的燃料类型 x 的总量
来源	MRTS 经营者

测量程序	基于加油站报告
监测频率	连续监测，至少有每年一次的累计值
质量控制/质量保证	由燃料发票控制
备注	适用于公交车或不使用电力的轨道系统的 MRTS

数据/参数	$NCV_{x,y}$	
单位	在 y 年燃料 x 的质量或体积单位	
描述	燃料类型 x 的净热值	
来源	如果相关条件适用，可以使用下列数据源：	
	数据源	使用该数据源的条件
	(a) 燃料供应者以发票形式提供的数值，来自大城区中加油站的样本	如果不能提供燃料的碳组分，这是较好的数据源。
	(b) 项目参与者对来自大城区中加油站的样本的测量	如果(a)不可得
	(c) 区域的或国家的缺省值	在(a)不可得的情况下，该数据源只用于液体燃料并且应该在证明文件完备、来源可靠（例如，国家能源平衡）的基础上。
	(d) 2006 年 IPCC 关于国家温室气体清单指南的第二卷（能源）第一章的表 1.2 中提供的 IPCC 缺省值（在 95%置信区间的不确定性的下限）	

测量程序	对（a）和（b）来说，测量应该与国家或国际燃料标准一致
监测频率	对（a）和（b）来说，每一种燃料供给都应该获得 NCV，年加权平均值应该通过它们计算。 对(c)来说，每年检查数值的适用性。 对(d)来说，IPCC 指南的未来任一修正版本都应该考虑。
质量控制/质量保证	核实（a）、（b）、（c）的值在 2006 年 IPCC 指南的第二卷表 1.2 中提供的 IPCC 缺省值的不确定范围内。如果值低于该范围，需要从测试实验室中收集额外的数据来证明结果或执行另外的测量。（a）、（b）、（c）中的实验室应该有 ISO17025 认证或证明它们符合相似的质量标准。
备注	这些参数用于基准线排放也用于项目排放，并且车主或经营者可以购买来自不同源（加油站）的燃料。因此，在实践中，使用（c）或（d）选项来确定参数被认为较为简便。

数据/参数	$EF_{CO_2,x,y}$									
单位	gCO ₂ /J									
描述	燃料类型 x 在 y 年的 CO ₂ 排放因子									
来源	如果相关条件适用，可以使用下列数据源： <table><tr><th>数据源</th><th>使用该数据源的条件</th></tr><tr><td>（a）燃料供应者以发票形式提供的数值，来自大城区中加油站的样本</td><td>这是较好的数据源</td></tr><tr><td>（b）项目参与者对来自大城区中加油站的样本的测量</td><td>如果(a)不可得</td></tr><tr><td>（c）区域的或国家的缺省值</td><td>在(a)不可得的情况下，该数据源只用于液体燃料并且应</td></tr></table>		数据源	使用该数据源的条件	（a）燃料供应者以发票形式提供的数值，来自大城区中加油站的样本	这是较好的数据源	（b）项目参与者对来自大城区中加油站的样本的测量	如果(a)不可得	（c）区域的或国家的缺省值	在(a)不可得的情况下，该数据源只用于液体燃料并且应
数据源	使用该数据源的条件									
（a）燃料供应者以发票形式提供的数值，来自大城区中加油站的样本	这是较好的数据源									
（b）项目参与者对来自大城区中加油站的样本的测量	如果(a)不可得									
（c）区域的或国家的缺省值	在(a)不可得的情况下，该数据源只用于液体燃料并且应									

		该在证明文件完备、来源可靠（例如，国家能源平衡）的基础上。
	（d）2006 年 IPCC 关于国家温室气体清单指南的第二卷（能源）第一章的表 1.2 中提供的 IPCC 缺省值（在 95%置信区间的不确定性的下限）	
测量程序	对（a）和（b）来说，测量应该与国家或国际燃料标准一致。 对（a）来说，如果燃料供应者提供具有 NCV 的值和 CO₂ 排放因子的发票，并且这两个值是基于对这种燃料的测量，应该使用这个 CO₂ 排放因子。如果使用的是其它源的 CO₂ 排放因子或者没提供 CO₂ 排放因子，应该使用选项（b）、（c）或（d）。	
监测频率	对（a）和（b）来说，每一种燃料供给都应该获得 CO₂ 排放因子，年加权平均值应该通过它们计算。 对(c)来说，每年检查数值的适用性 对(d)来说，IPCC 指南的未来任一修正版本都应该考虑	
质量控制/质量保证	-	
备注	这些参数用于基准线排放也用于项目排放，并且车主或经营者可以购买来自不同源（加油站）的燃料。因此，在实践中，使用（c）或（d）选项来确定参数被认为较为简便。	

数据/参数	$SFC_{i,x,y}$
单位	燃料的质量或体积单位/公里
描述	在 y 年车辆类型 i 使用燃料类型 x 的燃料消耗率
来源	MRTS 的经营者或项目业主
测量程序	基于专门的研究或根据每个公交车亚类型消耗的总燃料和行驶

	的总距离来计算。 如果基于研究，应该取就技术、年限和型号相匹配的项目车辆的代表性样本的燃料消耗率。 样本公交车必须是在项目公交专用道上运行的项目车辆。采样标准基于技术（欧盟标准）、车龄和公交车型号。样本必须代表项目服务的路线和一天中运行的频率以考虑与时间有关的燃料消耗的差异性。 测量程序必须包括行驶的距离（最好由 GPS 记录或最大误差为 5%的其它的电子方式）和燃料消耗，燃料消耗既可以通过安装在车辆中适用的装备也可以通过一个经校准加油站的标准测量程序来进行监测。
监测频率	每年
质量控制/质量保证	为保守考虑，基于样本燃料消耗率数值的项目燃料消耗应该根据取 95%置信水平上不确定性区间的上限，即，对实际的平均燃料消耗等于或低于项目所用数值具有 95%的信心。
备注	该数据只有在总的燃料消耗（TC）不可得的情况下需要。该数据只有公交车运行的 MRTS 才收集。

数据/参数	$DD_{PJ,x,y}$
单位	公里
描述	在 y 年项目车辆使用燃料类型 x 行驶的距离
来源	MRTS 的经营者或系统经理
测量程序	GPS（最好）、其它电子方式、里程计或每一线路的车辆计数和每一线路的周转率
监测频率	连续不断地，至少每年一次累计
质量控制/质量保证	在很多系统中，经营者根据行驶距离收费，因而，支付给经营者的费用可以用来核查行驶的距离。

备注	只有在公交车运行的 MRTS 来控制燃料消耗率的情况下，用于 QA/QC(质量控制/质量保证)。
----	--

数据/参数	$OC_{i,y}/OC_{B,y}/OC_{T,y}$
单位	乘客
描述	在 y 年项目车辆类型 i 的平均占用率。B 代表公交车，T 代表出租车。
来源	市交通部门或由项目业主或第三方执行的专门研究
测量程序	基于对所有车辆类型的目测占用率调查。 对公交车来说，占用率是基于上下车调查、电子智能客票或者基于使用路线扩展因子的目测调查来确定沿线全程的平均占用率。对公交车来说还有一个选择是，占用率可以根据公交乘客的平均行程、乘客总数和公交车总的行程来计算。 对出租车来说，驾驶员不应计入。 关于目测占用率和上下车调查的详细步骤见附件 1、2、3。
监测频率	在计入期的第一和第四年进行调查。
质量控制/质量保证	-
备注	-

数据/参数	$TDIZ_{i,y}$
单位	km
描述	在 y 年受影响道路上出租车和汽车行驶的平均距离
来源	市交通部门或由项目业主

测量程序	对进入/离开受影响道路的车辆样本进行电子或目视跟踪记录进入和离开点并通过 GPS 或其它方式测量距离。
监测频率	计入期的第一和第四年各进行一次
质量控制/质量保证	-
备注	-

数据/参数	$NIZ_{i,y}/NIZ_{C,y}/NIZ_{T,y}$
单位	车辆数目
描述	使用受影响道路的车辆类型 i 的辆数。C 代表汽车，T 代表出租车
来源	市交通部门或项目业主
测量程序	目测计数。如果从专用道分出主要道路分支，为了确保平均数，应该在道路的不同部位计数。
监测频率	计入期的第一和第四年各进行一次
质量控制/质量保证	-
备注	-

数据/参数	P_y
单位	乘客
描述	项目活动交通系统运载的乘客总数
来源	MRTS 经营者或系统控制管理人员

测量程序	基于电子的（例如，电子智能卡）或机械控制方式（例如，在站点或列车里的收费关卡）。
监测频率	连续不断地，至少每年一次累计
质量控制/质量保证	通过售票控制
备注	对乘客数量的控制必须基于对乘客的物理计数，例如，通过电子智能卡或机械闸口控制。一次搭载有效车票的系统操作也可以使用售票。但没有多种票入口（如，允许使用者无区别使用该系统的月票卡）的系统操作必须有入口控制装置来记录乘客数目。在这种情况下，为了质量控制/质量保证，售票只提供使用该系统的乘客数目的粗略估计。

数据/参数	$MS_{i,y}$
单位	百分比
描述	y 年本应使用交通模式 i 而使用 MRTS 的乘客净比例
来源	通过外部调查公司实施的调查
测量程序	调查。相关的问题数目是 2 和 3。
监测频率	在计入期的第一年和第四年实施调查
质量控制/质量保证	调查设计见附件 4.
备注	如果需要（见反弹效应计算的条件）只用于对反弹效应的泄漏计算。

数据/参数	$N_{i,y}/N_{B,y}/N_{T,y}$
单位	车辆数

描述	在大城区运行的车辆类型 i 的辆数。B 代表公交车，T 代表出租车。
来源	各个城市的交通部门对车辆注册统计或来自车辆控制站的数据（技术和排放控制站）
测量程序	对公交车和出租车来说，非正式或非法的车辆可以运营，但正是由于他们不值得信赖，非正式车辆的数目只能是估计值。因此，对两种类型来说，推荐只包含正式注册的车辆。
监测频率	在计入期的第一年和第四年实施调查
质量控制/质量保证	-
备注	参见 N_i 的表

数据/参数	$V_{P,y}$
单位	km/小时
描述	y 年受影响道路上出租车和汽车的平均速度和总平均速度以及平均移动速度
来源	市交通部门或由项目业主指定的调查研究
测量程序	通过车载测量来确定在受影响道路上的总平均速度和平均移动速度（当运行时），例如通过 GPS 测量。应该使用和确定 V_B 相同的方法学。 计算反弹效应需要的平均速度通过在受影响道路上总的行驶距离除以总时间得到。 计算速度效应需要的平均移动速度指移动条件下的速度，即在受影响道路上移动的总距离除以移动的时间（总时间减去车辆静止的时间）。 出租车和乘客汽车一致对待。每条受影响道路上都应监测这一条件。

监测频率	计入期的第一和第四年各进行一次
质量控制/质量保证	-
备注	只用于乘客汽车和 4 轮出租车。可以参见 V_B 的表

数据/参数	$P_{EL,i,y}$
单位	乘客
描述	y 年基准线轨道系统运载的乘客总数
来源	轨道经营者
测量程序	一般地基于收费关卡或电子计票系统；在某些情况下通过可以售票交互检查。
监测频率	每年
质量控制/质量保证	-
备注	只有基准线情景下轨道系统经营需要

数据/参数	$TE_{EL,i,y}$
单位	tCO ₂
描述	y 年基于电力的轨道系统的总排放
来源	对电力消耗来说来自轨道经营者和“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”
测量程序	根据“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”
监测频率	每年

质量控制/质量保证	-
备注	当应用该工具时，工具中的参数$EC_{BL,ky}$应该被看作基于电力的轨道系统所使用的电量。 所使用的所有电力排放因子都应该定义有效期并且在计入期内固定。因此，如果使用电网排放因子，应使用事先计算方法。

附件 1

基于目测占用率调查确立公交车荷载因子指南

基于目测占用率的荷载因子调查使用以下程序：

- (1) 根据车辆的规格参数和服务类型（例如，是否有站立乘客）确定车辆类型；
- (2) 确定占用类型（通常 5 或 6 种），例如，<50%被占用，50-100%座位占用，100%座位占用，<50%的空间被站立乘客占用，50-100%的站立空间被占用，超载（>100%法律允许的空间被占用）；
- (3) 现场调查的设计准备；
- (4) 现场数据收集者的培训；
- (5) 确定现场调查的地点、日期和时间。重点是战略性的布点，要以最少的点数覆盖所有线路。应该避免非典型时期（如学校或大学的假期）。该调查的推荐时间段是所选公交车的全部运行时段。应该在所有的工作日测量以与在这些天被代替的公交车数目成比例。为确保数据的可比性，基准线和监测调查应该选择相同的天数和时间段；
- (6) 现场数据收集。占用率计数的覆盖范围应该高于穿过检查站的公交车数目的 95%。100%的覆盖率是最理想的，为了控制结果，建议进行一个独立的车辆计数。数据可以根据实际计数调整。

附件 2

基于上下车调查确立公交车荷载因子指南

基于上下车调查的荷载因子研究使用以下程序：

- (1) 根据每条路线的预期乘客数目来挑选调查路线。只能包括活动的路线；
- (2) 荷载因子(占用率)根据乘客使用的车辆容量的平均百分比来确定。一条路线的平均荷载因子是基于该特定路线每个站点间的每一荷载因子的平均值来计算的；
- (3) 所使用的普通的操作程序是在每一站点通过装置计数上下车的乘客数目。使用电子或机械控制而不是使用人工控制；
- (4) 确定现场调查的地点、日期和时间。应该避免非典型时期(如学校或大学的假期)。该调查的推荐时间段是所选公交车的全部运行时段。应该在所有的工作日测量以与在这些天被代替的公交车数目成比例。为确保数据的可比性，基准线和监测调查应该选择相同的天数和时段；
- (5) 调查应该在公交车整个运行期进行(不只是高峰时段或非高峰时段)；
- (6) 清晰注明所选车辆的牌照、监测日、周转号、路线和路线距离；
- (7) 数据数字化和质量控制。为避免数据收集过程中的错误，应该重复计数。

上下车数据在某些情况下也可以通过电子手段获得，如，电子客票、每辆公交车乘客的数码摄像识别、每个站点对公交车平均重量的监测等等。

附件 3

确立出租车/摩托车或乘客汽车荷载因子指南

在一给定时间段内的给定时间点对除出租车驾驶员外实际乘客数目进行计数。该计数是基于目测占用率来计数占用车辆的乘客数目，对出租车来说要排除驾驶员。目测占用率的程序是：

- (1) 确定现场调查的地点、日期和时间，避开紧挨节假日前后的日子。应该避免非典型时期（如学校或大学的假期）。为确保数据的可比性，基准线和监测调查应该选择相同的天数和时间段；
- (2) 现场数据收集。占用率计数的覆盖范围应该高于穿过检查站的出租车数目的 95%。100%的覆盖率是最理想的。为了控制结果，建议进行一个独立的车辆计数。数据可以根据实际计数调整；
- (3) 占用率就是使用车辆的乘客数目。对出租车来说，驾驶员不应算入内。没有乘客的出租车被记为无占位（零占位）；
- (4) 汇报车辆总数和乘客总数。车辆的平均占用率为乘客总数除以被计数车辆的总数目；
- (5) 调查应在大城区的不同地点实施；
- (6) 项目启动前和监测期间进行的荷载研究应该使用同一方法学。但是，监测地点可以在大城区内随着时间变化的交通流的变化而变化。为确保研究的一致性和可比性，该调查的其他参数（持续时间、样本型号、计数方法等等）应该保持常数。

附件 4

调查 MRTS 的方法学设计

该调查的方法学设计被详细描述，讨论以下几点：

- (1) 调查目标；
- (2) 目标人群；
- (3) 抽样范围；
- (4) 抽样设计；
- (5) 相对误差水平；
- (6) 地理覆盖；
- (7) 抽样频率；
- (8) 样本大小；
- (9) 规模和初步试验结果；
- (10) 样本挑选方法；
- (11) 参数估计和数据收集的方法；
- (12) 数据核查和审定包括质量保证和质量控制；
- (13) 调查实施；
- (14) 该调查中旅行距离的计算；
- (15) 缺省调查问卷。

当 MRTS 扩展时，应布置新的调查并且新的调查数据用于计算 MRTS 扩展时的减排量。

MRTS 乘客调查中调查方法和抽样设计的技术数据总结表

参数	主要参数： • 基准线排放； • 间接项目排放 二级参数和输入： • 有项目和没项目时乘客使用每种交通模式的比例
----	--

	有项目和没项目时使用这些交通模式旅行的距离
目标人群	使用 MRTS 的 大于 12 岁的乘客
抽样范围	MRTS 所有站点的乘客流
抽样设计	两个阶段的大致设计: 第一阶段: 分层的-简单随机抽样 (SRS) 第二阶段: 基于每个站点乘客流的系统抽样 层: 站点 亚层: 一周的天数和小时
相对误差水平 (CV) ⁷	对调查来说, 目标参数的整体理想精度 (相对标准误差或变异系数-CV) 在 5%至 10%之间, 也暗示具有 90/10 的精度水平。得出的结果是在 95%的置信水平上使用保守的边界。
覆盖率	MRTS 运行的大城区
规模	一般地, 一天中 MRTS 的乘客流动量在 100,000 至 3000,000 之间, 取决于交通系统的类型。
抽样规模	样本范围为6000-8000的为期一周的调查加上一次为原始样本 ⁸ 的50%的样本规模的再试验。样本规模的最终确定取决于交通系统的日乘客流量和站点数目状况。样本规模是一个估计值, 需根据每个项目类型来确定 (见相关章节)。
抽样频率	在计入期内的第一和第四年各一次整整一周的调查加上只在第一年实施的一次再试验。
数据收集方法	通过面对面随机调查问卷获得
调查结果的一致性	必须仔细检查调查结果的内部一致性。使用克隆巴赫系数来衡量可靠性。系数必须达到0.7, 但是高于0.9的数据应该再核查以免数据冗余。如果调查结果不能被证明内部一致,

⁷相对误差水平指变动系数 (CV), 是平均标准误差和人口平均的比率。

⁸重复测试的样本规模是根据原始样本中的变异确定的。

	应该舍弃并安排另外的调查。
--	---------------

1. 调查目标

- 由使用 MRTS 的乘客引起的基准线排放，没有 MRTS 时，这些乘客将使用其他交通模式来实现他们的旅行；
- 由使用 MRTS 的乘客引起的非间接排放，相当于从出发地到 MRTS 进站与从 MRTS 出站到最终目的地引起的排放。

2. 目标人群

目标人群是所有大于 12 岁的乘客。因回答问题时有困难，年龄小的孩子被排除在外。一般地，小孩子也都有他们的父母或成年人陪同，因而，和成年人有相同的行程。

3. 抽样范围

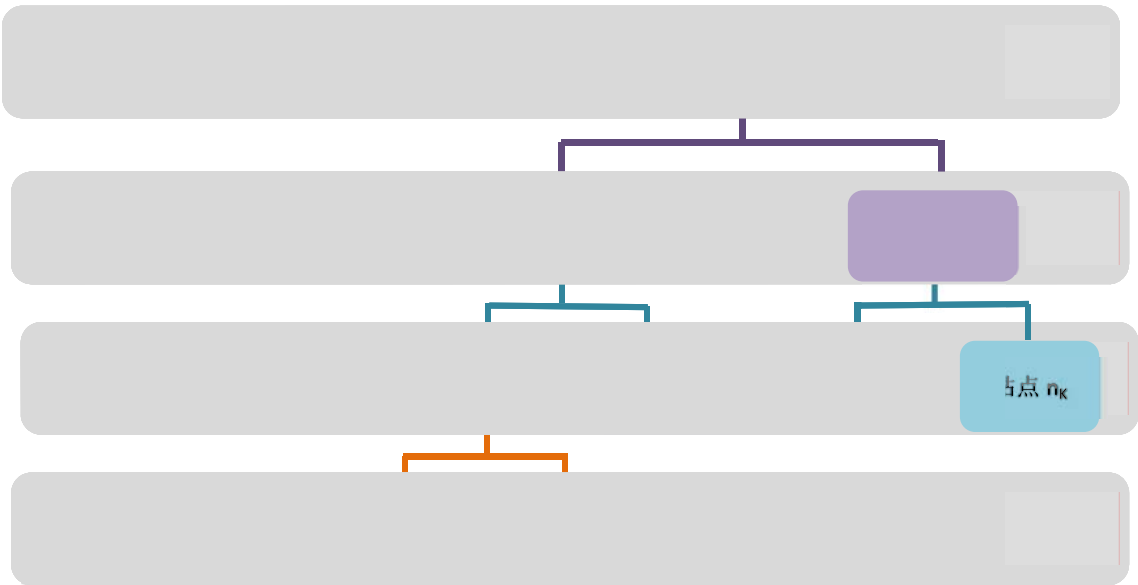
抽样范围是 MRTS 所有站点的乘客流。乘客范围的数据从系统经理处获得。

4. 抽样设计

两个阶段的大致设计：

- 第一阶段：分层的-简单随机抽样（SRS）；
- 第二阶段：基于每个站点乘客流的系统抽样。

下列图表描绘了所用的分层模型，展示的是某一日的过程，在七天测量日中常规地使用。



主层（站点）：首先要根据每个站点的乘客流量进行聚类分析，提供关于繁忙站点和冷清站点的分组信息。在实际中，站点被分为三组：乘客高流量站、乘客中流量站和乘客低流量站。如果乘客流量的变异性很大，应该再加一个组来控制这种变异性。

亚层：亚层是根据每天每小时报告的乘客流量信息建立的。亚层由一周中七天信息组成，在一天内按乘客流安排小时段。

在 MRTS 中，通常预先确定客流量时段（高峰时段/非高峰时段），通过七天期间的这些固定时段对乘客进行调查，必须考虑包括高峰时段，即，必须收集高峰时段的每一小时的信息并且要部分包括非高峰时段。

样本按照每天的客流量分布在每一天，并且在一天内按照每天或每时段的每一使用者分布。在每一天内，随机选择站点的过程是在被定义的层中进行的，这样在评价周中就建立了访问所有站点的可能性。站点分组是根据使用站点报告的客流量作为一类变量的多变量聚类分析来进行的。

5. 相对误差水平

对调查来说，目标参数的整体理想精度（相对标准误差或变异系数-CV）需在 5%至 10%之间，也暗示着具有 90/10 的精度水平。

对一个估计的结果有几种情况：

- 如果变异系数小于 5%，在统计学上鲁棒；
- 如果变异系数在 5%至 10%之间，在实践上可以接受；
- 如果变异系数高于 10%并且低于 15%，精度低；
- 如果变异系数高于 15%，就不可信了。

对于所获得的结果，计算 95%的置信水平，为保守考虑，取基准线排放的下限与间接项目排放的上限。因此，根据附件 2（EB 22 报告，附件 2，第 3 页）：

“用于抽样的方法学，获得的估计减排量的参数的不确定性应该量化在 95%的置信水平上” 在该调查中确定的参数符合 95%的置信水平。

6. 地理覆盖范围

地理覆盖范围是 MRTS 运行的区域（项目边界）。

7. 抽样频率

调查至少在计入期内的第 1 和第 4 年各一次加上只在第 1 年实施的一次再试验，因此，在第 1 年要进行两次抽样，在第 4 年一次抽样。调查应该进行整整一周。挑选的星期不能与公众假期一致并且应该能代表本年对交通服务的平均需求状况。

为保证没有周期性，并且如果存在周期性，应采取以下步骤：

- (a) 在第一年并且系统稳定时，应该进行一次测量，然后在随后的时期内（试验-再试验方法）进行第二次测量，第二次测量的样本大小要小于初次调查的一半；
- (b) 根据第一年的客流数据和第一次调查与试验-再试验的比较结果来确定在这一年中是否有周期性。如果证据相同，在具有明显差异的每个时期内应该进行独立的调查，并且在最后，结果要就排放差异、所使用的交通模式的参数和平均行驶距离几方面进行比较；
- (c) 如果在分析时期之间没有明显的差异性，随后年份的测量只需每年一次，反之，将会在被确定具有周期性的时期内进行多次测量。
- (d) 无论结果如何，在计入期内的第 4 年和第 7 年要进行至少一次整整一周的测量，并且在第 1 年中使用试验-再试验的方法。在第 1 年中的两次测量在不同时期内进行，一次在改年的上半年进行，一次在下半年进行。

使用以下标准来判断是否具有周期性：

- 上报的不同月的客流数据之间的平均值比较试验，同样地在每月的不同星期期间进行；
- 使用时间序列模型 SARIMA 进行进一步的试验，在模型中，估算星期客流或月客流是否存在周期性。通过自相关和偏自相关函数，可以判断数据是否具有一定的模式。

8. 样本规模

为计算样本大小，目标参数的整体理想精度（相对标准误差或变异系数-CV）需达到 5%至 10%，这也暗示着同时具有 90/10 的精度水平，即，至少在 90%的置信水平上与最大 10%的精度。

一般地，通过下列 Sarndal 方法(1992)的模拟来确定样本大小，该方法中 CV 是固定的，并且通过根据每一案例中设计求解估计方差的公式中的 n 来探寻样本大小。

$$CV = \left(\frac{\sqrt{V(\hat{t}_y)}}{\hat{t}_y} \right) \cdot 100$$

式中， $\hat{t}_y$ 是目标参数 y 的平均估算值， $V(\hat{t}_y)$ 是估计方差。

分层结构遵循独立和不变性原则，这就是为何在本研究中计算 CV 的公式中，

从每层获得的结果相加的估计方差（见第 10 部分提供的在多阶段方案下计算方差的公式）。

主要的目标参数是每个乘客乘坐每种交通方式的行程。每种交通方式的行程是一个参数，即， $D(i)$ 代表乘客使用交通模式 i 的旅行距离。

但是，决定样本大小的一个重要参数是使用交通模式 i 的乘客比例。这是相关的，因为新系统的乘客中只有极少数过去一直使用某一特定的模式，如：乘客汽车（绝大多数使用者来自于传统的公共交通）。然而，即使他们的比例很低也仍然会影响减排量计算，因为他们的排放因子很高。为了调查的可靠性，使用频率低的模式也需要有足够数目的调查对象。因而，样本大小的确定受每种模式乘客比例的强烈影响，为使该变量具有理想的精度水平，因此也需要每种模式的行程这一主要目标参数。确定样本大小是事前做的，所以，要进行事前调查与/或获取其它相类似项目的数据。

在实践中，确定样本大小的程序是：

- (a) 初次试验的结果作为模拟的参考（平均与标准偏差）；对乘客的交通模式比例来说，这非常重要，因为当一些交通模式具有较低的使用频率时（例如：乘客汽车、潜在的出租车和摩托车）这在相当大的程度上决定着样本大小；
- (b) 模拟受标准偏差改变的影响比初次试验中的要大得多，甚至要在高变异性条件下（最大变异水平限制）获得最优的样本大小；
- (c) 首先使用在 SRS 方案下（简单随机抽样）初次调查的结果进行模拟处理，然后使用多阶段方案下（见第 10 部分描述的公式）的结果进行模拟，随后的方案效应（Deff）由多阶段方案的方差与 SRS 方案的方差之间的比率确定；
- (d) 最终，根据模拟和对应于不同的样本大小与目标参数标准偏差（比如，将 Deff 因子设为 2 和 3 之间）的各种假设的不同场景下的结果，取调整到理想误差水平下的样本大小。

经国家主管部门备案的审定/核证机构应该核实用来计算样本大小的程序可以达到上述规定的目标参数的精度水平。

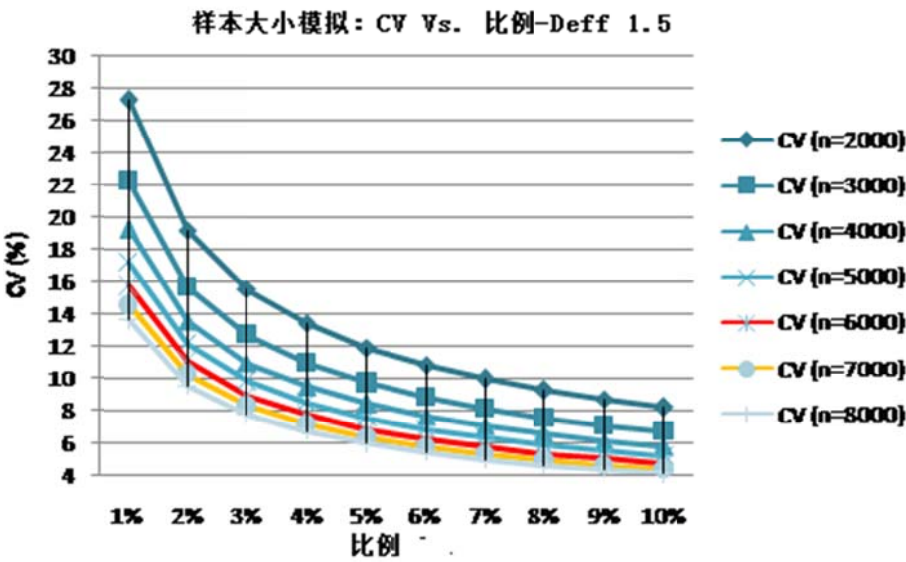
方案效应 (Deff)

特定方案的方差与 SRS 方案下方差之间的比率被称为方案效应（Deff）。这样，当 Deff 小于 1 时，意味着选定的方案比 SRS 方案有更高的精度；当它大于 1 时，拟议的方案不如 SRS。在模拟状态下，Deff 被假定为 1 至 3.5 之间，这样，样本大小就在最坏的情景下被考虑，即，多阶段方案下的方差是 SRS 的 2.5 倍。样本大小模拟考虑了变异系数（小于 10%）、方案效应（Deff 值在 1.5 至 3.5 间）

和估计的最低频率的模式比例（5-10%）。

下表展示了这样的模拟（只供解释）。表明：甚至在 Deff 为 3.5 的最极端情况下，6000-8000 的样本规模是足够的。

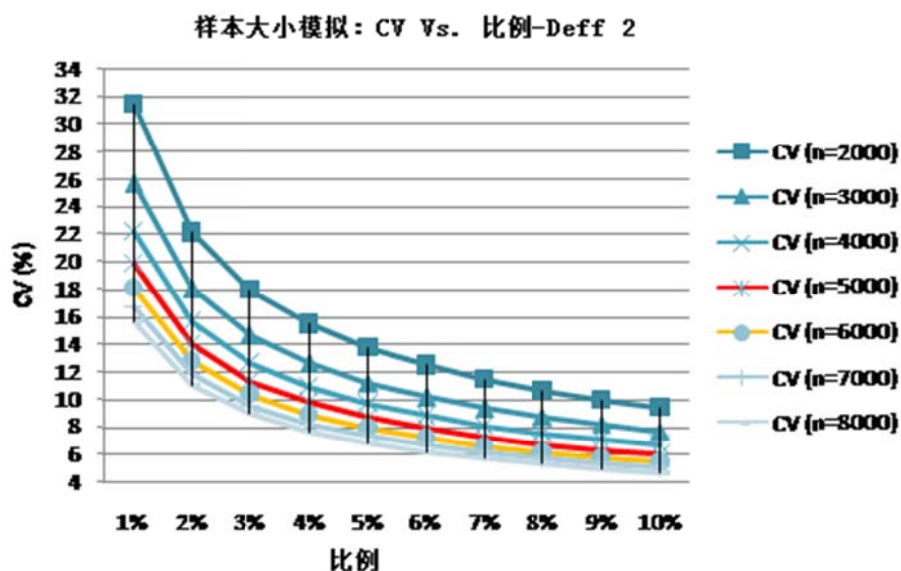
Deff 为 1.5 的样本大小模拟



Proportio n	CV (n=200 0)	CV (n=300 0)	CV (n=400 0)	CV (n=500 0)	CV (n=600 0)	CV (n=700 0)	CV (n=800 0)
1%	27.2	22.2	19.3	17.2	15.7	14.5	13.6
2%	19.2	15.6	13.5	12.1	11.1	10.2	9.6
3%	15.6	12.7	11.0	9.8	9.0	8.3	7.8
4%	13.4	10.9	9.5	8.5	7.7	7.2	6.7
5%	11.9	9.7	8.4	7.5	6.9	6.4	6.0
6%	10.8	8.8	7.7	6.8	6.3	5.8	5.4
7%	10.0	8.1	7.1	6.3	5.8	5.3	5.0
8%	9.3	7.6	6.6	5.9	5.4	5.0	4.6

9%	8.7	7.1	6.2	5.5	5.0	4.6	4.3
10%	8.2	6.7	5.8	5.2	4.7	4.4	4.1

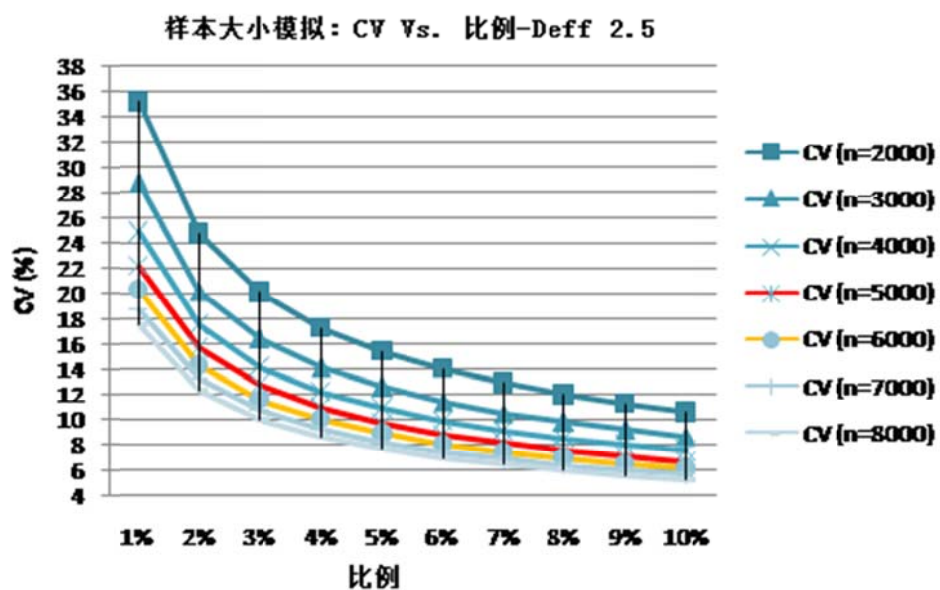
Deff 为 2.0 的样本大小模拟



Proportion	CV (n=2000)	CV (n=3000)	CV (n=4000)	CV (n=5000)	CV (n=6000)	CV (n=7000)	CV (n=8000)
1%	31.5	25.7	22.2	19.9	18.1	16.8	15.7
2%	22.1	18.1	15.6	14.0	12.8	11.8	11.1
3%	18.0	14.7	12.7	11.4	10.4	9.6	9.0
4%	15.5	12.6	10.9	9.8	8.9	8.3	7.7
5%	13.8	11.2	9.7	8.7	8.0	7.4	6.9
6%	12.5	10.2	8.8	7.9	7.2	6.7	6.2
7%	11.5	9.4	8.1	7.3	6.6	6.2	5.8

8%	10.7	8.8	7.6	6.8	6.2	5.7	5.4
9%	10.1	8.2	7.1	6.4	5.8	5.4	5.0
10%	9.5	7.7	6.7	6.0	5.5	5.1	4.7

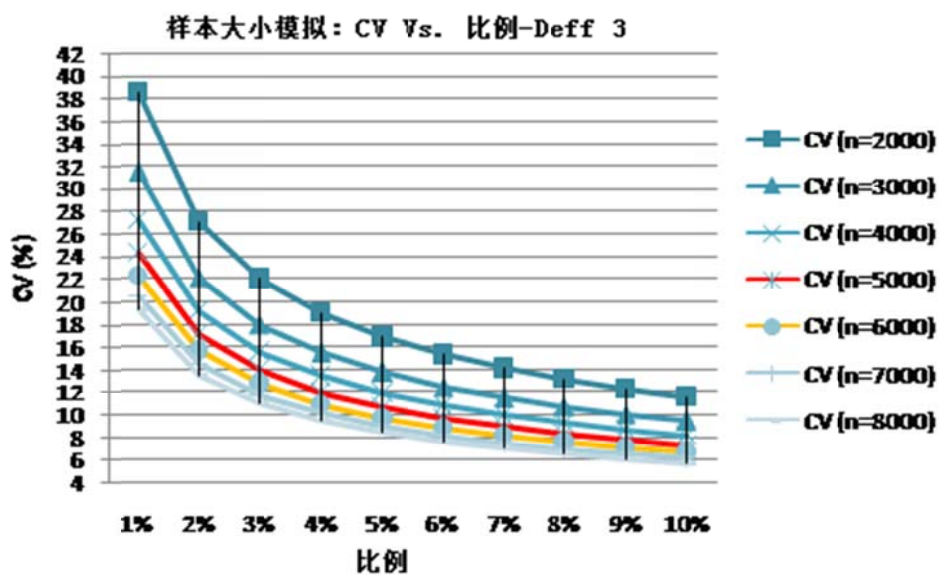
Deff 为 2.5 的样本大小模拟



Proportion	CV (n=2000)	CV (n=3000)	CV (n=4000)	CV (n=5000)	CV (n=6000)	CV (n=7000)	CV (n=8000)
1%	35.2	28.7	24.9	22.2	20.3	18.8	17.6
2%	24.7	20.2	17.5	15.6	14.3	13.2	12.4
3%	20.1	16.4	14.2	12.7	11.6	10.7	10.0
4%	17.3	14.1	12.2	10.9	10.0	9.2	8.6
5%	15.4	12.6	10.9	9.7	8.9	8.2	7.7
6%	14.0	11.4	9.9	8.8	8.1	7.5	7.0
7%	12.9	10.5	9.1	8.1	7.4	6.9	6.4

8%	12.0	9.8	8.5	7.6	6.9	6.4	6.0
9%	11.2	9.2	7.9	7.1	6.5	6.0	5.6
10%	10.6	8.7	7.5	6.7	6.1	5.7	5.3

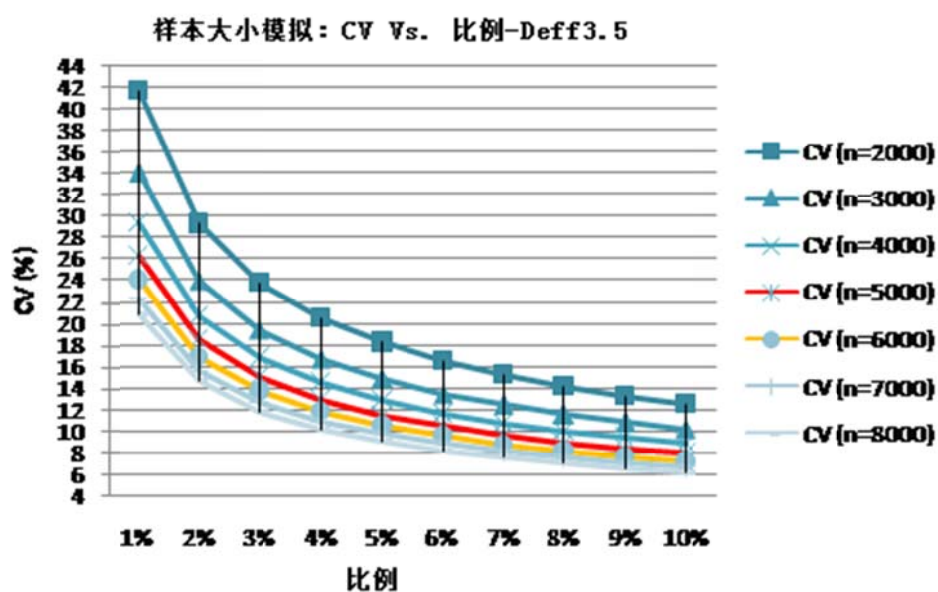
Deff 为 3.0 的样本大小模拟



Proportion	CV (n=2000)	CV (n=3000)	CV (n=4000)	CV (n=5000)	CV (n=6000)	CV (n=7000)	CV (n=8000)
1%	38.5	31.4	27.2	24.4	22.2	20.6	19.2
2%	27.1	22.1	19.2	17.1	15.6	14.5	13.5
3%	22.0	18.0	15.6	13.9	12.7	11.8	11.0
4%	19.0	15.5	13.4	12.0	10.9	10.1	9.5
5%	16.9	13.8	11.9	10.7	9.7	9.0	8.4
6%	15.3	12.5	10.8	9.7	8.8	8.2	7.7
7%	14.1	11.5	10.0	8.9	8.1	7.5	7.0

8%	13.1	10.7	9.3	8.3	7.6	7.0	6.6
9%	12.3	10.1	8.7	7.8	7.1	6.6	6.1
10%	11.6	9.5	8.2	7.3	6.7	6.2	5.8

Deff 为 3.5 的样本大小模拟



Proportion	CV (n=2000)	CV (n=3000)	CV (n=4000)	CV (n=5000)	CV (n=6000)	CV (n=7000)	CV (n=8000)
1%	41.6	34.0	29.4	26.3	24.0	22.2	20.8
2%	29.3	23.9	20.7	18.5	16.9	15.6	14.6
3%	23.8	19.4	16.8	15.0	13.7	12.7	11.9
4%	20.5	16.7	14.5	13.0	11.8	10.9	10.2
5%	18.2	14.9	12.9	11.5	10.5	9.7	9.1
6%	16.6	13.5	11.7	10.5	9.6	8.8	8.3

7%	15.2	12.4	10.8	9.6	8.8	8.1	7.6
8%	14.2	11.6	10.0	9.0	8.2	7.6	7.1
9%	13.3	10.9	9.4	8.4	7.7	7.1	6.6
10%	12.5	10.2	8.9	7.9	7.2	6.7	6.3

9. 规模和初步试验结果

从一个相似的交通系统获得的数据将被用于参考和初次试验结果。在 MRTS 已经运行的情况下，推荐使用更小的样本规模和更简单的分层等等来实现一次初次试验性抽样。在 MRTS 还没有运行的情况下，来自其它城市对类似的 MRTS 的类似调查结果可以用于参考。

10. 抽样方法的选择

必须为抽样选择站点、固定的时间段和乘客。选择方法必须保证随机性和无偏选择过程，这对于面对面的调查尤为重要。随机分布允许样本以其它任何不被关注的变量诸如年龄、性别、宗教、个人爱好等等来反映整个人群状况。如果样本与整个人群在几个这样参数上相匹配，需要进行控制来实现样本真实地反映人群的所有特征。

(a) 选择站点和调查时间

如果有一个站点的完整列表（每个已设立组（层）的一部分），站点选择按照 SRS 方案通过负协调算法进行。

在定义的时间段内进行同样的内容：在每一个时间段内在该样本选择的方法下选择特定的小时。

负协调算法

N :全局量

n : 被选择的样本量

$0 < \pi < 1$ 的值是固定的并且对每一全局元素的随机事件 $\xi_1, \dots, \xi_N$ 均匀地分布在(0,1)。按照下列条件决定是否属于样本：

- 如果 $\xi_k < \pi$ 那么 k 属于样本；
- 如果 $\xi_k \geq \pi$ 那么 k 不属于样本。

这样，成为一级和二级样本一部分的可能性是：

$$\pi_k = \pi, \pi_{kl} = \pi^2$$

由于在 SRS 方案中样本量的期望值等于 $\sum_U \pi_k$ ，它遵循

$E(n_s) = \sum_U \pi_k = n$ ，因此，推算始点来自等于 n 的样本量，进一步地， $\pi_k = \pi = n/N$ ，并且从那个值进行选择。

(b) 乘客选择

如果没有参考系或识别 MRTS 使用者的列表，在最后一个阶段的样本选择将根据系统的样本设计来进行，同样地在每一层重复并且考虑以下步骤：

- (i) 按照在 1 与在评价一小时的时间内乘客平均流量之间均匀分布的统计列表产生随机出发点；
- (ii) 乘客的系统选择：每一进入站点的第 n 个乘客以随机数字开始。这样，如果随机数是 20，第一个被选择的乘客是第 20 个进入站点的，第二个是 $n+20$ ，因而，连续地，每一第 n 个乘客。数字 n 被称为选择间隔，根据每一小时的客流和特定测量日的样本分布来确定。

11. 数据收集和参数估算的方法学

(a) 关于数据收集的一般信息

通过使用设计好的调查问卷进行面对面调查获取数据。根据选定的日期和时段，每位采访人应对访谈进行编号。由于接受访谈人的选择是随机的，开始接触人群并编号也是随机的，是在确定名义调查监督人后，正式开始的。

随机选择参与调查的个人，以及样本规模的充分，能通过样本获得调查人群的偏差和共性信息。另外，这样也能控制影响使用人群的因素，根据他们出行的交通模式和距离。如，社会经济水平、住宅区、机动车所有权、以及其他，都应在选定样本总体现出来。

建议，除了调查员，其他人员可系统地同时收集信息，通过询问并注册系统使用者的社会经济水平、性别（可观察到）、年龄，目的是确保这些数据样本涉及的人群与系统使用者的总体人口特征相符。

推荐年龄段：

1. 12--17 岁
2. 18--25 岁
3. 26--35 岁

4. 36--45 岁
5. 46--55 岁
6. 56--65 岁
7. 大于 65 岁

如果受访者不愿意回答问题，采访人应将该人士根据他/她的外观归入一定范围。

社会经济水平建议由 5 个不同最低工资水平划分。这需根据国家具体情况调整，以形成具有代表性的分层。

在后来 n 的测量，当任何调查所涉及的运输方式，在进行调查时，或为呈请问题，或问题所指的运输模式消失了，可用照片或放大的图形标明，以确保问题翻译正确。

a) 评估和扩展因子的方法

根据样本战略和第 4 部分阐述的样本设计，评估和样本观察单位样本的选择方法存在两个阶段：

- 1) 选择站点（SRS 设计）
- 2) 根据系统设计选择乘客，作为选定时段客流量的辅助信息。

考虑到每个层面的设计是类似的，在每个层面以相同基准计算数据包容的可能性。

第一阶段：

$$\pi_{li} = \frac{n_{lisp}}{N_{lisp}}$$

π_{li} : 第一阶段（1）样本包括的可能性

n_{lisp} : 分层 h 中所选站点 sp 的号码(分 3 个层，如客流量的高、中、低)

N_{lisp} : 在分层 h 中所选站点 sp 的总数量

Sp : 系统中的站点

第二阶段：

$$\pi_{k/i} = \frac{n_{ihsp}}{N_{ihsp}}$$

$\pi_{k/i}$: 第二阶段包括乘客 k 的可能性 (i)，考虑到第一阶段的选择(I)

n_{ihsp} : 在 h 层 sp 站点选择的乘客数量

N_{ihsp} : 在 h 层 sp 站点乘客的总数量

计算扩展因子的一般公式为:

$$f_I = \frac{1}{\pi_k}$$

式中 k 代表样本中的第 k 个元素。

因此, 扩展因子是:

第一阶段:

$$f_I = \frac{N_{lhsp}}{n_{lhsp}}$$

式中 n_{lhsp} 和 N_{lhsp} 如之前所定义的内容。

第二阶段:

$$f_i = \frac{N_{ihsp}}{n_{ihsp}}$$

其中 n_{ihsp} 和 N_{ihsp} 根据 sp 站整日的总客流量而定。

变量率的总估值⁹:

$$\hat{t}_\pi = \sum_h \frac{N_{lhsp}}{n_{lhsp}} \sum_{S_l} \hat{t}_{i\pi}$$

$\hat{t}_\pi$ 不替换样本单位样本设计 π 的估值, 见 Särndal 等(1992)。

其中:

$$\hat{t}_{i\pi} = \frac{N_{ihsp}}{n_{ihsp}} \sum_{S_i} y_{ksp}$$

其中 “ s_i ” 代表第二阶段乘客样本, “ k ” 表示选定的第 k 个人的信息。

误差估计:

⁹变量率用于计算在基准线情形 (BE) 和项目情景下 (IPE) 的 MRTS (参数不仅是距离, 而是各类运输模式的行程距离) 各运输模式乘客的总运行距离。

$$\hat{V}(\hat{t}_{\pi}) = \sum_h \left[\frac{N_{lhsp}}{n_{lhsp}} (n_{lhsp} - N_{lhsp}) S_{ts_i}^2 + \frac{N_{lhsp}}{n_{lhsp}} \left(\sum_{s_i} \frac{N_{ihsp}}{n_{ihsp}} (n_{ihsp} - N_{ihsp}) S_{s_i}^2 \right) \right]$$

其中:

$$S_{ts_i}^2 = \frac{1}{n_{lhsp} - 1} \sum_{s_i} \left[\hat{t}_{i\pi} - \left(\sum_{s_i} \hat{t}_{i\pi} / n_{lhsp} \right) \right]^2 \text{ 和}$$

$$S_{ys_i}^2 = \frac{1}{n_{ihsp} - 1} \sum_{s_i} (y_{ksp} - \bar{y}_{ksp})^2$$

参数(R)不直接用于计算 BE 或 IPE 或各类运输模式的距离, 各类运输模式的距离是重要的参数并且是计算 BE 和 IPE 的一个要求。但是, 确定要求的简易规模很重要, 因为需要使用不同运输模式的乘客比例计算简易规模并最终用于泄漏计算。(R)也将应用于其他多个参数的计算, 即调查中确定的比例 (如, 收入类别)。这些其他参数不直接用于计算 BE 或 IPE, 但是能获得的重要信息, 如果调查有任何偏见或其他因素如性别或收入影响产出。参数(R)用于调查按比例收集的信息。

变异率估值:

$$\hat{R} = \frac{\hat{t}_{y\pi}}{\hat{t}_{z\pi}}$$

其中 $\hat{t}_{y\pi}$ 和 $\hat{t}_{z\pi}$ 是总数。

R 代表两个变量间的关系, 尤其在成比例的情况下, 其中 $\hat{t}_{z\pi}$ 估算了研究的范围(N)

参数(R)不直接用于计算 BE 或 IPE 或各类运输模式的距离, 各类运输模式的距离是重要的参数并且是计算 BE 和 IPE 的一个要求。确定要求的简易规模很重要, 因为需要使用不同运输模式的乘客比例计算简易规模。(R)也将应用于其他多个参数的计算, 即调查中确定的比例 (如, 收入类别)。这些其他参数不直接用于计算 BE 或 IPE, 但是能获得的重要信息, 如果调查有任何偏见或其他因素如性别或收入影响产出。参数(R)用于调查按比例收集的信息

例如: 计算各类运输模式使用者的比例 “X”, 一个需要计算的 R 值, 需考虑变量 y: 使用者可用 “X” 模式, “接受调查的使用者” 为变量 z。然后 t_y 和 t_z 表示这两个变量总数相关的估值。

误差估计:

$$\hat{V}(\hat{R}) = \sum_h \left[\frac{N_{lhsp}}{n_{lhsp}} (n_{lhsp} - N_{lhsp}) S_{\hat{t}_{us_l}}^2 + \frac{N_{lhsp}}{n_{lhsp}} \left(\sum_{s_l} \frac{N_{ihsp}}{n_{ihsp}} (n_{ihsp} - N_{ihsp}) S_{\hat{u}_{ki}}^2 \right) \right]$$

其中:

$$u_{kshp} = \frac{y_{ksp} - \hat{R}z_{KSP}}{\hat{t}_{z\pi}}$$

因此可以确定:

$$S_{\hat{t}_{us_l}}^2 = \frac{1}{n_{lhsp} - 1} \sum_{s_l} \left[\hat{t}_{ui} - \left(\sum_{s_l} \hat{t}_{ui} / n_{lhsp} \right) \right]^2 \text{ 和}$$

$$S_{\hat{u}_k}^2 = \frac{1}{n_{ihsp} - 1} \sum_{s_i} (u_{ksp} - \bar{u}_{ksp})^2$$

其他估算变量的替代方法, 尤其有帮助可用于符合样本的多阶段设计中, 如 Jackknife 或 Bootstrap.

根据正式描述的公式和如果能确定参数 $\hat{t}_\pi$ 和其相关变量 $\hat{V}(\hat{t}_\pi)$ 的总数或比例。

计算置信区间, 假设正常分发 (大样本规模), 按照 95%置信度通过公式计算:

$$\hat{t}_\pi \pm Z_{0.975} * \sqrt{\hat{V}(\hat{t}_\pi)}$$

$\hat{t}_\pi$ 代表 BE 和 IPE。对 BE 来说, 采用置信区间的下限; 对 IPE 来说, 采用上限。

经国家主管部门备案的审定/核证机构应审定核查使用统计程序以及确定基准线总排放量的假设, 包括他们所涉及的 95%置信水平。

总结计算扩展因素, 需要以下数据和调查产生的结果:

- 站点数量
- 每站、每时、每周的客流量;
- 每站、每小时、每位乘客的选择率 (如, 选择每第 n 位乘客进行调查)。

基于这些信息可以按 95%置信度计算调查周的 MRTS 的总基准线和总间接项目排放。总基准线排放量取 95%置信区间的下限, 总的间接排放取置信区间的下限以保守地计算减排量。计算出调查周每位乘客的基准线排放量后, 乘以 MRT 每年或每阶段运输的乘客总量, 便是年度或阶段性基准线排放量。

12. 包括 QA 和 QC 的数据核查和检验

评估数据一致性的标准

第一年至少要有两次测量结果（周测量结果和重复测量结果），第四年有一次测量结果，通过这几次测量可以保证收集信息的一致性。

一致性的评估可通过 3 种互补的统计方法进行：

- (i) 通过 t-标准检验测算平均差，评估两次测量之间出现的差异，如：1. 使用各运输模式的乘客比例。2. 平均运输距离。

开展平均差测试，需要事先确定，并比对相同规格两个样本。因此可用 F 检验确定二者之间的差异变化。评估用于估算调查参数，遵循同样的分布，可使用 Mann Whitney 的非参数 U 和 Wilcoxon 的 T 检验方法，进行测试。

- (ii) 评估各运输模式的乘客使用比例，可使用皮尔森的卡方，其中有确定各运输模式的类别；

- (iii) 对于取得的每个调查结果，全局的和内部的，调查中的数据一致性，可通过可伦巴赫的 a 系数进行评估。实践中，系数值应高于 0.7。如果系数值高于 0.9，那么应重新检测以避免数据的冗余。

对于内部一致性，可通过可伦巴赫 a 系数进行评估，同时，不同时段测量之间的一致性，可使用前两种方式测量。

可伦巴赫 a 系数用于确立的各分层中进行计算，因为这些事先测试结果 a 控制对应结果中的变量，因此这些控制能去除那些由于信息不均匀性和不一致性导致的偏差。

为评测 BE 和 IPE 之间可能的相关性，需基于 Pearson 或 Spearman 系数做假设检验。确定存在相关性的参数是 p 值。如果 p 值小于 0.058 (特征值)，就得出相关性显著的结论。

如果 BE 和 IPE 之间的相关性存在与估计有关的误差(定义为这两个参数间的差异)，将有一个不为零的协方差。如果变量 x 和 y 是相关的，那么：

$$Var(X-Y) = Var(X) + Var(Y) - 2 Cov(X,Y), \text{ 当 } COV(X,Y) \text{ 不是 } 0 \text{ 时。}$$

如果相关性是显著的，需要使用复杂的和可选的估计误差的方法，尽管不能保证估计是无偏的并使误差最小。另一方面，如果相关性是不显著的，BE 和 IPE 两个参数的估计会分别得出相同的结果，因为计算时是关联的。

在保证相关性甚至与估计误差的偏差没有问题时来实现对 BE 和 IPE 的估计，即：甚至在相关性结果是正确的并且不需要采取另外措施时。在 BE 和 IPE 之间

的差异无相关性时，每一乘客的值也可以直接确定达到相同的结果（对相关性来说，在任何情况下分别独立地估计 BE 和 IPE 都是必要的）。

因此，如在这些步骤中所建议的，最好分开计算两个参数并且以无偏的误差水平确定每一个。因而，可以对每一独立参数另外重建置信水平。如果两个置信区间相重叠，就表示 BE 和 IPE 之间没有显著差异。

13. 开展调查

开展调查的公司必须具备至少 3 年在该国中开展可比性调查的经验，从而保障调查执行的专业水平。开展调查应遵循以下原则：

- 应记录没有收到的回复；
- 记录保留所有原始调查结果；
- 调查应在 MRTS 站点，乘客等待登陆 MRTS 时开展。应避免邀请从 MRTS 上下来的乘客参与调查，因为后者不愿意花时间回答问题，很有可能会给出错误的答案。

a) 准备阶段

该阶段的特性是在开展实地调查前事先做出的所有准备活动，他们可区分为：

- 1) 草拟信息收集和基本概念指南。信息收集和基本概念指南涵盖内容包括实地人员的要求、调查问卷的结构、填写问卷的指导和说明、调查说明和公式的定义和基本概念；
- 2) 选择和培训实地人员。选择和培训实地人员的目标是为了填写调查问卷，筛选出最能胜任的调查采访人员开展实地采访工作。

开展前期测试，旨在使监督人熟悉信息收集的工具，总体建立群众面对使用这些工具的接受程度。前期测试也确保收到的回应理解 MRTS，他们之前可能参与过类似系统，也确保所有概念定义明确，问题清楚，避免访谈时出现错误。采访人可能会误解问题或以自己的语言扭曲答复，从而造成偏差。前期测试应诊断出这种潜在的错误并将其最小化。

应将前期测试结果进行归档，并作为最终工具修改的参考，和信息收集模式准备的参考。

b) 信息审定的程序

监督人应进行实地核查监督，保证信息收集的有效性以及应覆盖的领域。

14. 调查中旅行距离的计算

应确定每位参与调查的乘客的运输距离。具体步骤如下：

- 对于 NMT，其他和诱导交通量，不要求适用的 EF 是“0”；
- 使用公共汽车的人群：
 - 在电子地图上可能的最短的地理距离，或通过 GPS 或类似工具或在地图上测量两点之间的距离；或
 - 测量实际距离，从公车进站到公车离开车站，根据公交运营商的（电子）路线图，他们拥有官方距离或测量如所有站点距离的 GPS。
- 对于除了使用公交车外，使用小轿车、出租车、摩托车、机动人力车和其他机动交通工具的人群，在电子地图上可能的最短的地理距离，或通过 GPS 或类似工具或在地图上测量两点之间的距离；

应使用以下的默认问卷。该问卷需应用与所有的项目，除非有充分的理由去修改问卷或根据地方情况进行调整。问卷以当地语言进行，问卷需符合国家或地方情况，文字符合地方情况，需开展在当地的前期测试以确保问题简单易懂、无曲解、有助于获得可靠答案。调查以项目涉及人群的语言进行，而非直接从自愿减排方法学翻译中获得。

调查设计参考：

[1] Bautista, L. (1998). “*Diseños de Muestreo Estadístico*”. Publication of the Universidad Nacional de Colombia.

[2] Cochran, W.G. 1977, *Sampling Techniques*, 3d ed, Wiley, New York

[3] Särndal, C-E., Swensson, B., Wretman, J. (1992). “*Model Assisted Survey Sampling*”. Springer – Verlag, New York.

15. 默认的调查问卷

该调查问卷必须使用当地用词和语言以适用于当地环境。默认调查问卷的基本框架如下：

A部分：有关调查员的信息

调查 ID (相关数字):

采访者:.....

日期:

时间:.....

采访地点 (站点):.....

调查答复/完整性:

☐ 调查全部完成

☐ 调查的全部或部分没有回答

注释/采访者评论:.....

B部分：被采访者的一般信息

该部分也可以在采访结束时填写！

被调查人员的年龄:

☐ 12-17 岁 ☐ 18-25 岁 ☐ 26-35 岁 ☐ 36-45 岁 ☐ 46-55 岁 ☐ 56-65 岁 ☐ 超过
65 岁

被调查人员的性别:

☐ 女性 ☐ 男性

被调查人员的经济水平:

☐ < 1 最低工资 ☐ 1-2最低工资 ☐ 2-4最低工资 ☐ 4-6最低工资 ☐ > 6最低工
资

C部分: 被采访人的旅行信息

问题 1

“描述你正在进行的旅行”

1.1.你的旅行出发地 (开始旅行的地点, 如, 我家):.....

1.2.你进入(上车)MRTS专用线的站(MRTS站名或站号):.....

1.3.你出(下车)MRTS专用线的站(MRTS站名或站号):.....

1.4.你的最终目的地(旅行的最终地点, 如, 办公室):.....

针对采访者的说明:

- *该问题针对乘客正在进行的旅行。*
- *旅行的出发地点和最终目的地必须以清晰的地址说明。如果不清楚, 请使用地图。如果被采访者不知道或不想揭露这个信息那么就到此为止。然后, 这一调查问卷就视为无效。*
- *1.2 和 1.3 中提到的MRTS站点一定要列出它们的官方名称或号码。*
- *只考虑城区旅行。如果乘客的出发地或目的地在大城区边界之外, 那么终止这一采访。该调查问卷被视为无效。*

问题2

“从你的旅行出发地到MRTS你使用了什么交通模式? 如果你使用了不同的交通模式, 请指出你使用最长距离的那种模式”

☐ 公交车 (传统的, 不是公交专用线) ☐ 现存的公交专用线/BRT (不是该项目)
☐ 轨道 (不是该项目) ☐ 出租车 ☐ 乘客汽车 ☐ 摩托车 ☐ 机
动化出租三轮 ☐ 自行车或步行 ☐ 其他

针对采访者的说明:

- 见第一段的说明
- 轨道指非项目地铁、城铁、有轨电车等
- 只勾选一个答案 (该旅行使用距离最长的模式)

问题 3

“当你离开MRTS专用线你使用什么交通模式到达你的最终目的地? 如果你将使用不同的交通模式, 请指出你将使用最长距离的那种模式”

☐ 公交车 (传统的, 不是公交专用线) ☐ 现存的公交专用线/BRT (不是该项目)
☐ 轨道 (不是该项目) ☐ 出租车 ☐ 乘客汽车 ☐ 摩托车 ☐ 机
动化出租三轮 ☐ 自行车或步行 ☐ 其他

针对采访者的说明:

- 见第一段的说明
- 轨道指非项目地铁、城铁、有轨电车等
- 只勾选一个答案 (该旅行使用距离最长的模式)

问题 4

“假设你目前使用的MRTS不存在: 你将使用什么样的交通模式来实现你目前正在进行的这段旅行? 或者你会呆在家里/办公室/出发地吗? ”

☐ 我将进行这段旅行” ➔ 继续问题 5

☐ 我将呆在家里/办公室/出发地 → 调查问卷终止

对采访者来说:

这一问题的目的是了解乘客是否只是因为MRTS的存在而进行这段旅行。在MRTS不存在时，他是否不会进行这段旅行而只是呆在他的出发点。

问题 5

“自从MRTS开始运营后你搬过家或改变过工作地点吗?”

☐ 没有 → 继续问题 6

☐ 是: “当你选择新家或新的工作地点时，新的MRTS的可得性是否曾经是一个重要的因素?”

☐ 不是 → 继续问题 6

☐ 是 → “你原先的/以前的旅行出发地和目的地是什么?” (在你搬家或改变工作地点之前的时间)

出发地:.....

目的地:

继续问题 6 (基于确认的出发地和目的地)

问题 6

“假如你目前使用的MRTS不存在：你将怎样的实现你目前正在进行的这段旅行?”

从家/办公室/其他¹⁰ (.....) 到地点..... 通过*.....

从地点.....到地点.....通过*.....

¹⁰旅行出发地

从地点.....到地点.....通过*.....

从地点.....到家/办公室/其他¹¹ (.....) 通过*.....

*可以是

- ☐ 公交车(传统的而不是公交专用线)
- ☐ 现存的公交专用线/BRT (不是本项目)
- ☐ 轨道 (不是本项目)
- ☐ 出租车 → 继续问题 6A
- ☐ 乘客汽车 → 继续问题 6B
- ☐ 摩托车 → 继续问题 6C
- ☐ 机动化出租三轮车 → 继续问题 6D
- ☐ 自行车或步行
- ☐ 其他

针对采访者的说明:

- 轨道指非项目地铁、城铁、有轨电车等
- 每段旅行一个独立的答案

问题 6A

“在最近6个月中你使用过出租车吗？”

- ☐ 是的 ☐ 没有

¹¹最终目的地

问题 6B

“你或你的家庭拥有一辆汽车或你有获得汽车的渠道（如，拼车）？或者在最近 6 个月中你使用过乘客汽车？”

☐ 是的 ☐ 没有

问题 6C

“你或你的家庭拥有一辆摩托车或你有获得摩托车的渠道？或者在最近 6 个月中你使用过摩托车？”

☐ 是的 ☐ 没有

问题 6D

“在最近 6 个月中你使用过机动化出租三轮车吗？”

☐ 是的 ☐ 没有

如果被采访人在问题 6A 至 6D 中回答“没有”他们不被包括在最后的计算中，即：这份特定的问卷不被包括，因为回答被视为与问题 6 中给定的不一致。

项目提议应包括该问卷并作为项目设计文件的附件。问卷由经国家主管部门备案的审定/核证机构审核。经国家主管部门备案的审定/核证机构评估问卷是否符合上文中提及的原则（调查的核心成分）。
