哈尔滨公交优先走廊排放影响评估报告

终稿

2013 年 12 月

©2013年，亚洲清洁空气中心版权所有。
亚洲清洁空气中心，2013年。“哈尔滨公交优先走廊排放影响评估项目”。

在未经版权所有人许可的情况下，本出版物的全部或部分内容可用于教育或其它非营利目的，但需注明出处。如果有刊物引用了本中心的出版物，我们希望能收到一份该刊物的副本。未经许可，本出版物不可用于销售或其它任何商业目的。

免责声明

本出版物中的观点仅代表亚洲清洁空气中心，不代表亚洲清洁空气中心理事会的意见。本中心不担保出版物中所引用数据的准确性，也不对使用这些数据的后果承担任何责任。

致谢

感谢世界银行对于本项目的支持。

联系方式

亚洲清洁空气中心
Unit 3505
Robinsons-Equitable Tower
ADB Avenue， Pasig City， 1605
Metro Manila，
Philippines
center@cleanairasia.org
www.cleanairasia.org

中国办公室
中国北京永安东里8号
建国门外大街
华彬大厦901A，
邮编 100022
China@cleanair.asia.org

印度办公室
1st Floor, Building No. 4
Thyagraj Nagar Market
Lodhi Colony
New Delhi – 110003
India
India@cleanair asia.org

国家网络
中国 印度
印度尼西亚 尼泊尔
巴基斯坦 菲律宾
斯里兰卡 越南

关于亚洲清洁空气中心（www.cleanairasia.org）

亚洲清洁空气心中（前身为亚洲城市清洁空气行动中心） 通过把知识转化为政策和行动，减少来自交通、能源与其他行业的大气污染与温室气体排放，改善空气质量，打造宜居城市。

亚洲清洁空气中心作为亚洲领先的空气质量管理网络，成立于2001年，由亚洲开发银行、世界银行和美国国际发展署共同发起，自2007年开始作为一个独立的非营利组织运营。亚洲清洁空气中心在马尼拉、北京和德里设有办事处，并且拥有八个亚洲国家（中国、印度、印度尼西亚、尼泊尔、巴基斯坦、菲律宾、斯里兰卡和越南）网络，是经联合国认可的拥有250多个合作机构的组织。

亚洲清洁空气中心通过知识和伙伴关系，帮助亚洲1000多个城市和国家政府了解问题，识别有效的政策和措施。我们开展的四个项目分别是：空气质量与气候变化，低排放城市发展，清洁燃料与车辆，以及绿色货运与物流。

两年一届的“更好的空气质量”大会是亚洲清洁空气中心的旗舰活动，过程中专家和决策者相互沟通，学习和分享空气质量管理经验。过去的大会已经切实地对政策产生影响，推动了新项目的建立，并且催生了合作伙伴关系。

缩略词表

ADB	亚洲发展银行
BAQ	更好的空气质量大会
BAU	基础情景
BRT	快速公交
FSR	可行性研究报告
GEF	全球环境基金
ICCT	国际清洁交通委员会
ITDP	交通与发展政策研究所
KM	公里
Kmph	公里每小时
LNG	液化天然气
LPG	液化石油气
NO_x	氮氧化合物
PM	颗粒物
TEEMP	交通项目排放影响评价模型
UNEP	联合国环境规划署

目录

1. 简介 4
1.1 项目背景 4
1.2 哈尔滨公交优先走廊 4
1.3 TEEMP 说明 5
1.4 TEEMP 方法在哈尔滨公交优先走廊中的应用 5
2. TEEMP 评估中使用的数据 7
2.1 项目期限 7
2.2 乘客数量预测 7
2.3 现有交通方式比例 7
2.4 现出行距离 8
2.5 速度 8
2.6 燃料类型，排放标准和 PM 与 NO_x 排放因子 8
2.7 车辆承载率 13
2.8 50Kmph 的燃油效率 13
2.9 公交优先走廊的组成 13
2.10 怠速减排 15
3. 排放影响评估 16

表格

表 1 哈尔滨公交优先走廊路线 4
表 2 三条公交走廊上的公交线路和车站数量 5
表 3 哈尔滨公交优先走廊载客量预测 7
表 4 2015，2024 和 2034 年预计其它交通方式转变为公交优先走廊的乘客比例 7
表 5 不同交通方式在 2015，2024 和 2034 年的平均速度 8
表 6 不同车辆类型的燃料 9
表 7 2015，2024 和 2034 年不同车辆类型的排放标准 9
表 8 汽油、柴油 PM 排放因子（克/行车一公里） 10
表 9 汽油、柴油的 NO_x 排放因子（克/行车一公里） 11
表 10 汽油、天然气的 CO_2 排放因子（千克/升） 12
表 11 2015，2024 和 2034 年不同车辆类型的单车载客量预估 13
表 12 不同车辆类型的燃油效率和燃料类型 13
表 13 哈尔滨公交优先走廊要素评分 14
表 14 计算怠速排放使用的数据 15
表 15 怠速减排 15
表 16 TEEMP 模型计算的哈尔滨公交优先走廊减排效果 16

1. 简介

1.1 项目背景

世界银行准备在中国黑龙江省哈尔滨市开展“高寒城市智能公交系统”项目（以下简称“哈尔滨项目”）。由于中国空气污染形势严峻，世界银行组织成立了专家组，将空气质量管理纳入哈尔滨项目之中。因此，受世界银行委托，亚洲清洁空气中心使用 TEEMP 工具对哈尔滨项目中公交优先走廊在空气污染物和二氧化碳减排方面的潜力进行了评估。

1.2 哈尔滨公交优先走廊

根据哈尔滨项目可行性研究报告（FSR），已规划的三条公交优先走廊均位于非常重要的区域，集交通、管理、科技、商业、住宅和工业功能于一体。三条公交优先走廊的行车路线、公交线路数量以及车站如下表所示。

表 1 哈尔滨公交优先走廊路线

道路名称	道路等级	长度（千米）
友谊路	主干道	8.5
红旗大道	主干道	9.1
新阳路	主干道	3.95
共计		**21.55**

图 1 交通项目减排测算

表 2 三条公交走廊上的公交线路和车站数量

道路名称	公交线路数量	车站数量
友谊路	28	17
红旗大道	36	18
新阳路	19	8
共计	**83**	**43**

1.3 TEEMP 说明

交通运输排放评估对分析城市当前和未来交通情景至关重要。目前，城市注重投资交通基础设施，而没有充分评价项目的排放影响。使用传统的工具和方法评估这些项目排放对环境产生的影响需要大量的时间和数据，经济成本非常高。因此非常需要能够利用现有数据并能对排放影响进行快速且合理评估的方法和工具，促进交通运输行业的环境友好型投资。

因此，在 2010 年，亚洲城市清洁空气行动中心（现亚洲清洁空气中心）与交通与发展政策研究所（ITDP）、亚洲开发银行、剑桥系统公司（Cambridge Systematics）、联合国环境规划署（UNEP）以及全球环境基金（GEF）的科学和技术咨询小组一起开发了一款基于 excel 的模型，统称为交通项目排放评价模型（TEEMP）。TEEMP 模型最初用于评估亚洲开发银行（ADB）交通项目的排放影响，并在做 GEF 项目得以修改和扩展。第三代模型已经在亚洲开发银行和世界银行的帮助下得到了测试。目前该模型可以方便地应用于评估项目层面上的各种交通措施的排放影响[1, 2]。TEEMP 模型已被用于评估超过 20 多个城市的交通项目排放影响。

TEEMP 工具的建立就是为了使得操作更具有灵活性。它能够使用最少的数据来进行初步预估，将项目可行性研究和项目计划中已有的数据利用起来，而这些数据本会在确定项目经济和交通方面影响的时候得出。同时，TEEMP 模型能够使用更加密集的数据进行更精确的预测，从而获得更加准确的评估结果。许多发展中国家的交通领域都缺乏能够进行准确预测的数据，因此 TEEMP 模型能够在现有、可获取文献的基础上，提供一组默认值。

通过利用在项目可行性研究和实际操作中所获取的数据，TEEMP 模型主要评估交通项目 CO_2 和其他空气污染物（PM 与 NO_x）的排放影响。通过使用 TEEMP 模型，能够分析出项目实施前后两阶段的排放影响，并且将这些量化结果用于经济分析或者用于监测项目影响。

1.4 TEEMP 方法在哈尔滨公交优先走廊中的应用

公交优先走廊排放模型通过量化建设、运营以及交通对公交优先走廊用户产生的影响，来确定快速公交（BRT）的 CO_2 排放影响。量化的减排效果是对比没有公交优先走廊的情景下得出的。

[1] ADB 2010.从交通项目中减少二氧化碳排放项目（Reducing Carbon Emissions from Transport Projects），见：http://www.adb.org/Documents/Evaluation/Knowledge-Briefs/REG/EKB-REG-2010-16/default.asp

[2] GEF STAP 2010. 计算全球环境基金交通项目温室气体效益手册（Manual for Calculating Greenhouse Gas Benefits for Global Environmental Facility Transportation Projects），见：http://www.thegef.org/gef/GEF_C39_Inf.16_Manual_Greenhouse_Gas_Benefits

公交优先走廊减排量=公交优先走廊乘客在没有公交优先走廊的情景下使用其他交通形式产生的排放-公交优先走廊的运营排放-公交优先走廊的建设排放

主要的减排量是通过测量出行方式转变影响速度以及载客率的提升而得算出。其他交通方式变动则被忽略（比如速度的提升，或者在有公交优先走廊前人们曾使用过，现由家庭其他成员使用的交通工具）。若将这方面的影响纳入考量，则需要进行数据需求量很大的交通建模，还需要在全市范围内开展更多的调查，而准确度依然取决于一些因素和信息，也取决于未来的计划和投资。目前来说，在可行性研究阶段计算出来的车辆运营成本和交通时间减少这两方面上，这样的改善并没有得到体现，而这两方面与 CO_2 减排相比，具有更大的经济价值。为了量化 CO_2 减排的效果而开展全市范围的调查可能并不合适。[3]

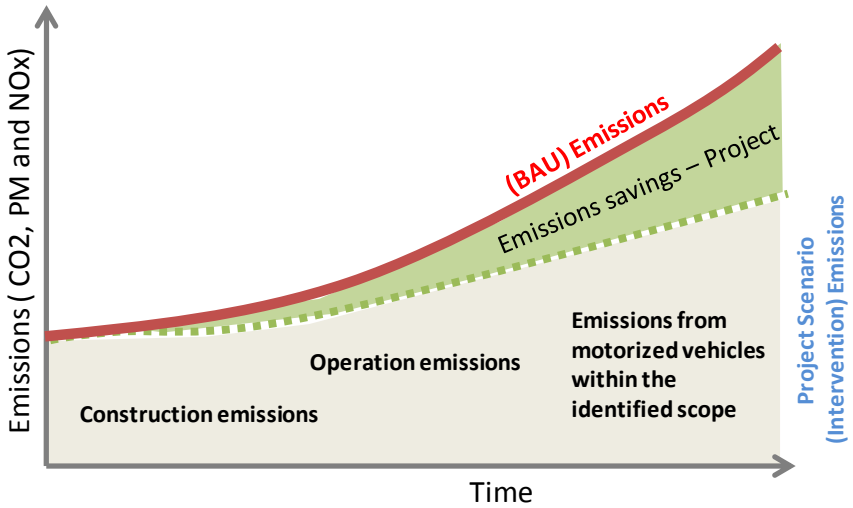


图 2 交通项目减排计算

目前，TEEMP 模型并不能覆盖汽车引擎怠速，尤其是冷启动怠速所导致的排放。由于哈尔滨是冬季高寒城市，冷启动怠速和公交车预热皆是排放源，在哈尔滨公交优先走廊项目中，提出了建立地下车库，以避免长时间怠速导致的排放。冷启动怠速减排影响采用下述思路进行计算：

$$E_j = \sum_{i=1}^{3} (t_n \times d_n) \times N \times EF_j \times T$$

其中：

E_j 是在怠速中 j 的排放

t_n 是在情景 n 中启动车辆所需的时间

d_n 是在情景 n 中运营天数

EF_j 是 j 的排放因子

N 是每天使用地下车库的公交车数量

T 是项目期限

[3] Schipper, el al. （2010） 发现在墨西哥地铁公交项目中，如果二氧化碳以每吨 85 美元定价的话，二氧化碳所带来的协同效益共计将会达到 400 万美元，二氧化碳的价值将占到整个项目收益的 20%。参见：http://metrostudies.berkeley.edu/.../shipper-considclimatechange-latinamer.pdf

2. TEEMP 评估中使用的数据

根据 TEEMP 模型设计，数据需要被收集起来并且输入 excel 以计算单个交通项目的减排情况。在这项研究中，亚洲清洁空气中心从世界银行以及其他参与哈尔滨项目设计的机构所提供的文件中收集数据。对于那些未提供或不可得的数据则采用默认值并且进行保守的假设。本章出现的相关数据均有数据来源说明。

2.1 项目期限

模型分析了20年期间的项目减排效果。哈尔滨公交优先走廊项目的启动年份是2015年，交通排放减排预测期的年限是2015至2034年。[4]

2.2 乘客数量预测

哈尔滨公交优先走廊预测了两种交通情景[5]下的交通需求，即实施公交优先走廊项目的情景与照常情景——没有实施该项目。根据高峰小时系数为13%时的交通需求预测，公交优先走廊每日承载乘客数量如下表所示。预计在公交优先走廊情景下公交乘客增长率将会达到10%或以上。

表 3 哈尔滨公交优先走廊载客量预测

公交走廊载客量 - （千人）/日	2015	2024	2034
	261.46	341.15	458.47

2.3 现有交通方式比例

预测结果显示，到 2020 年公共交通比例将会提高至 40%，到 2030 年将达到 45%。与照常情景相比，三条公交优先走廊的平均时速将会提升至 20 千米或更快。其他交通方式转移为公交优先走廊的假设基于现有各交通方式所占比例，如下表所示。

表 4 2015，2024 和 2034 年预计其它交通方式转变为公交优先走廊的乘客比例

车辆类型	2015	2024	2034
小汽车	6%	8%	10%
两轮车	1%	1%	1%
出租车	8%	7%	6%
公交车	67%	65%	62%
其他	18%	19%	21%

上述交通方式转变考虑了哈尔滨2011年的交通方式份额数据和机动化增长率，即6.55%（2015-2025），和4.85%（2025-2030），并且预测了在项目20年的周期内交通出行方式的转

[4] 三条走廊的建立将在 2014 到 2016 年分步完成，2015 年被选定为基准年。
[5] 数据来源：东北林业大学交通研究中心，哈尔滨公交优先走廊综合交通需求预测报告。2013 年 9 月

变比例。“其他”代表其他车辆类型，包括并不属于公共交通系统的小型巴士和接驳巴士。

2.4 现出行距离

到2015，2024，2034年，使用公交优先走廊的乘客的平均出行距离预计为11.8，14.3和14.3公里。[8]

2.5 速度

其他主要交通方式的速度如下所示[9]：

表 5 不同交通方式在 2015，2024 和 2034 年的平均速度

	平均速度 （公里/小时）		
车辆类型	**2015**	**2024**	**2034**
小汽车	29	29	29
两轮车	22	22	22
出租车	29.7	29.7	29.7
公交车	18.9	18.9	18.9

根据哈尔滨项目可行性研究报告，公交优先走廊的平均时速为 30 公里。TEEMP 模型采用了平均速度和时速 50 公里时的排放因子。

2.6 燃料类型，排放标准和 PM 与 NO_x 排放因子

为了描述公交优先走廊的影响，基于哈尔滨交通局提供的数据（油品标准、排放标准、车型比例）都被纳入考量。根据国际清洁交通委员会（ICCT）开发的交通路线图模型中的中国油品标准和排放标准路线图，新的轻型车辆和公交车的排放标准都应于2013年前达到与欧IV标准相当的水平，并且预计在未来的20年中也将保持这样的水平。其中，按照项目设计也将引入LNG公交车。两轮和三轮车应该在2013年达到欧III标准。

本研究的局限性在于使用的是基于ICCT路线图模型和专家判断得到的常规排放因子，因为哈尔滨没有针对不同车辆排放标准的本地排放因子。

下列表格总结了本项目中假定的排放因子。

[8] 数据来源：“哈尔滨 GEF 项目碳排放减少预测”（Project Carbon Emission Reduction Estimation in Harbin）报告，GEF 项目管理办公室（哈尔滨），2011。
[9] 数据来源：“哈尔滨 GEF 项目碳排放减少预测”（Project Carbon Emission Reduction Estimation in Harbin）报告，GEF 项目管理办公室（哈尔滨），2011。

表 6 不同车辆类型的燃料

燃料类型	汽油	柴油	LPG	LNG	电动
小汽车	93%	7%	0%	0%	0%
两轮车	100%	0%	0%	0%	0%
出租车	86%	14%	0%	0%	0%
三轮车	1%	99%	0%	0%	0%
公交车	34%	39%	1%	25%	0%

表 7 2015，2024 和 2034 年不同车辆类型的排放标准

	排放标准 （%）											
	2015				2024				2034			
车辆类型	欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV
小汽车	0.080	0.004	0.212	0.586	0	0	0.008	0.991	0	0	0	1
两轮车	0.001	0.121	0.878		0	0	1		0	0	1	
出租车	0.080	0.004	0.212	0.586	0	0	0.008	0.991	0	0	0	1
三轮车	0	0.204	0.796			0	1			0	1	
公交车	0.019	0.231	0.252	0.467	0	0.006	0.025	0.969	0	0	0	1
LNG	0.019	0.231	0.252	0.467	0	0.006	0.025	0.969	0	0	0	1

表 8 汽油、柴油 PM 排放因子（克/行车一公里）

汽油

车辆类型	2015					2024					2034				
	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均
小汽车	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01
两轮车	-	0.02	0.01	0.01	0.012297	-	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.02	0.01	0.01	0.01
出租车	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01
三轮车	-	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.02	0.01	0.01	0.01	-	0.02	0.01	0.01	0.01
公交车	0.14	0.04	0.04	0.03	0.03	-	0.04	0.04	0.03	0.03	-	0.04	0.04	0.03	0.03
其他	. 07	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01

柴油

车辆类型	2015					2024					2034				
	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均
小汽车	0.46	0.15	0.08	0.06	0.07	0.49	0.15	0.08	0.06	0.06	-	0.15	0.08	0.06	0.06
两轮车	0.00	0.16	0.09	0.04	0.10	-	0.16	0.09	0.04	0.09	-	0.16	0.09	0.04	0.09
出租车	0.69	0.15	0.08	0.06	0.07	0.49	0.15	0.08	0.06	0.06	-	0.15	0.08	0.06	0.06
三轮车	-	0.16	0.10	0.05	0.11	-	0.16	0.10	0.05	0.10	-	0.16	0.10	0.05	0.10
公交车	1.05	0.21	0.13	0.11	0.14	-	0.21	0.13	0.11	0.11	-	0.21	0.13	0.11	0.11
其他	0.33	0.08	0.08	0.06	0.07	-	0.08	0.08	0.06	0.06	-	0.08	0.08	0.06	0.06

表 9 汽油、柴油的 NO_x 排放因子（克/行车一公里）

汽油

车辆类型	2015					2024					2034				
	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均
小汽车	2.50	1.30	0.97	0.69	0.71	3.19	1.30	0.97	0.69	0.69	-	1.30	0.97	0.69	0.69
两轮车	0.00	0.16	0.11	0.09	0.11	-	0.16	0.11	0.09	0.11	-	0.16	0.11	0.09	0.11
出租车	3.30	1.30	0.97	0.69	0.71	3.19	1.30	0.97	0.69	0.69	-	1.30	0.97	0.69	0.69
三轮车	-	0.64	0.40	0.34	0.45	-	0.64	0.40	0.34	0.40	-	0.64	0.40	0.34	0.40
公交车	4.78	3.96	3.35	3.35	3.34	-	3.96	3.35	3.35	3.35	-	3.96	3.35	3.35	3.35
其他	-	0.90	1.00	0.22	0.56	-	0.90	1.00	0.22	0.24	-	0.90	1.00	0.22	0.22

柴油

车辆类型	2015					2024					2034				
	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均
小汽车	1.28	0.87	0.87	0.35	0.44	1.36	0.87	0.87	0.35	0.35	-	0.87	0.87	0.35	0.35
两轮车	0.00	0.27	0.18	0.15	0.19	-	0.27	0.18	0.15	0.18	-	0.27	0.18	0.15	0.18
出租车	1.92	0.87	0.87	0.35	0.44	1.36	0.87	0.87	0.35	0.35	-	0.87	0.87	0.35	0.35
三轮车	-	0.64	0.40	0.34	0.45	-	0.64	0.40	0.34	0.40	-	0.64	0.40	0.34	0.40
公交车	10.47	6.95	5.56	3.19	4.53	-	6.95	5.56	3.19	3.27	-	6.95	5.56	3.19	3.19
其他	1.13	0.85	0.48	0.45	0.53	-	0.85	0.48	0.45	0.45	-	0.85	0.48	0.45	0.45

表 10 汽油、天然气的 CO_2 排放因子（千克/升）

汽油

车辆类型	2015					2024					2034				
	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均
小汽车	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
两轮车	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
出租车	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
三轮车	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
公交车	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40
其他	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40

天然气

车辆类型	2015					2024					2034				
	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均	低于欧 I+欧 I	欧 II	欧 III	欧 IV	平均
小汽车	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
两轮车	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
出租车	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
三轮车	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
公交车	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60
其他	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60	2.60

2.7 车辆承载率

不同类型车辆的承载率均根据 TEEMP 默认值而得出。

表 11 2015，2024 和 2034 年不同车辆类型的单车载客量预估

	车辆承载率		
	2015	**2024**	**2034**
小汽车	2.38	2.38	2.38
两轮车	1.26	1.26	1.26
出租车	2.38	2.38	2.38
三轮车	1.92	1.92	1.92
公交车	40	40	40
其他	39	39	39
LNG	40	40	40

2.8 50Kmph 的燃油效率

TEEMP模型使用现有模型如COPERT，CORINAR等的解析来校准不同交通模式在不同速度下的燃油效率。时速为50公里时的燃油效率被作为考虑因素并且随着速度下降而被调低。目前燃油效率的计算依据是哈尔滨当地的出租车和公交公司，还有基于专家判断的TEEMP默认值，这是由于在燃料消耗方面缺乏本地研究所导致的。本报告提出的燃料消耗值是随着速度变化调整，因此在路上的燃料消耗值是在模型内部生成的。下表展示了在时速50公里时，平均燃料消耗值和TEEMP模型所分析的哈尔滨速度燃油效率值。

表 12 不同车辆类型的燃油效率和燃料类型

	TEEMP 分析的哈尔滨速度	
	汽油（千米/升）	柴油（千米/升）
小汽车	6	14.20
两轮车	55.66	1.10
出租车	6	14.29
三轮车	25	14.29
公交车	15	17.5
公交优先走廊	25.27（LNG）	

2.9 公交优先走廊的组成

在设计公交优先走廊的时候，载客量和速度是非常重要的。因此参考了 ITDP 的快速公交设计指南和在亚洲快速交通方面的工作经验，提出了的载客量折算概念，用以观察在 TEEMP 公交优先走廊模型中，不同因素的排放影响。由 ITDP 和其他机构提出的标准采用一个新的评分系统，目的是在给快速公交系统（如哈尔滨公交优先走廊项目）下定义时，建立起一个广泛的、全球性的理解标准。公交优先走廊标准概述了最佳实践范例和案例研究，并介绍了通用的标准来评价领先者并且在不同公交优先走廊系统间开展比较。[10]

[10] http://www.itdp.org/index.php?/microsites/brt-standard/

基于对可行性研究报告（FSR）的理解，哈尔滨公交优先走廊的要素评分如下：

表 13 哈尔滨公交优先走廊要素评分

组成	现有系统	绿色交通走廊
服务规划		
车外售检票	0	0
多条路线使用相同 BRT 基础设施	4	4
高峰发车频率	4	4
平峰发车频率	3	3
大站车和每站停靠车（快线和常规线路站停）	2	3
系统控制中心	2	3
走廊是否位于客流量前十位	2	2
夜间及周末运行	1	1
有一个现有或规划的多走廊 BRT 网络（部分）	0	2
基础设施		
专用道被设置在道路中央	7	7
道路权物理隔离措施	0	7
交叉口处理	5	5
车站有物理专用的超车道	1	4
站台远离交叉口	3	3
能服务双方向的中央岛式站台	0	3
排放标准	2	3
路面质量	2	3
站台设计、站台与公交车辆的衔接		
水平登乘	3	6
安全，宽敞，有吸引力且不受天气影响的车站	2	3
铰接式公交车有大于等于 3 个车门或普通公交车有 2 个加宽车门	3	3
站台泊位和子站数	0	0
BRT 车站滑动门	0	0
服务质量和乘客指引信息系统		
车辆和系统的品牌推广	0	0
车站和车上乘客指引信息	0	0
整合性和可达性		
无障碍通道（具备人人可达性）	3	3
与其他公共交通的整合	2	3
安全而有吸引力的行人进入系统和走廊环境	2	2
车站有安全的自行车停放点	0	0
走廊或平行道路上提供自行车道	2	2
车上允许自行车	0	0
BRT 车站的自行车共享系统	0	1
扣分项		
平均最小运营车速低于 13 公里/时（8 英里/时）	-10	0
高峰期高峰方向乘客低于 1000 人/时	-5	-5

缺乏路权保障执法	0	0
公交地板和站台间隙较大	-5	-5
车站侵占人行道或公交车专用道	-3	-3
过分拥挤	-3	-3
公交车和车站维护不当	0	0
站间距离过远或过近	0	0
总分	**29**	**64**
载客系数		**1.07**

2.10 怠速减排

由于哈尔滨是一个高寒城市，在寒冷天气条件下，车辆发动机的启动需要 10 至 45 分钟，之后才能正常运转，这一过程所产生的怠速排放不容小觑。因此，在哈尔滨绿色公交项目中提出建立地下车库，以避免怠速排放。怠速减排基于表 14 中哈尔滨项目可行性研究报告中的数据，这些数据由世界银行项目组提供，计算结果如表 15 所示。

表 14 计算怠速排放使用的数据

日车辆数量[11]	400		
无车库所需要的启动时间[12]	温度情景（n）	所需时间（t_n,分钟）	持续天数（d_n）
	< -20 ℃	45	90
	- 20 ℃ to -15 ℃	30	45
	-15 ℃ to 0 ℃	10	45
怠速的排放因子[13]	NO_x（g/h）	PM（g/h）	CO_2（g/h）
	68.40	0.32	3168

表 15 怠速减排

	PM（吨）	**NO_x（吨）**	**CO_2（吨）**
怠速减排	0.25	53.35	2471.04

[11] 数据由世行工作人员提供
[12] 数据由世行工作人员提供
[13] Frey, H. C., Rouphail, N. M., & Zhai, H. （2008）. Link-based emission factors for heavy-duty diesel trucks based on real-world data. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2058（1）, 23-32.

3. 排放影响评估

通过定量分析公交优先走廊的建设、运营及交通对于走廊用户产生的影响，TEEMP 模型计算哈尔滨公交优先走廊项目的 PM，NO_x 和 CO_2 排放影响。建立该公交优先走廊项目能够减排主要是因为：1）交通方式转变和容量因素，例如，在 2034 年，16％的哈尔滨公交优先走廊乘客将来自私家车和出租车的出行方式转变，这显然会使个人出行的能源效率得到改善；2）更清洁的燃料，LNG 公交车替代，与汽油和柴油汽车相比、LNG 公交车的 CO_2 和 PM 排放更少；3）未来适用更严格的排放和油品标准。

此外，怠速排放之所以在哈尔滨公交优先走廊项目受到特别考虑，是因为在冬季，视寒冷程度不同，公交车需要 10～45 分钟发动时间来使引擎运转，当遭遇极端寒冷时（低于-20℃），员工需要夜间起来发动公交引擎暖车。因此，在哈尔滨公交优先走廊项目中设计了地下车库，三条走廊中运行的公交车冷启动问题将得到解决。怠速排放影响的计算是为本评估单独进行的，因为 TEEMP 模型最初没有设计纳入怠速部分。

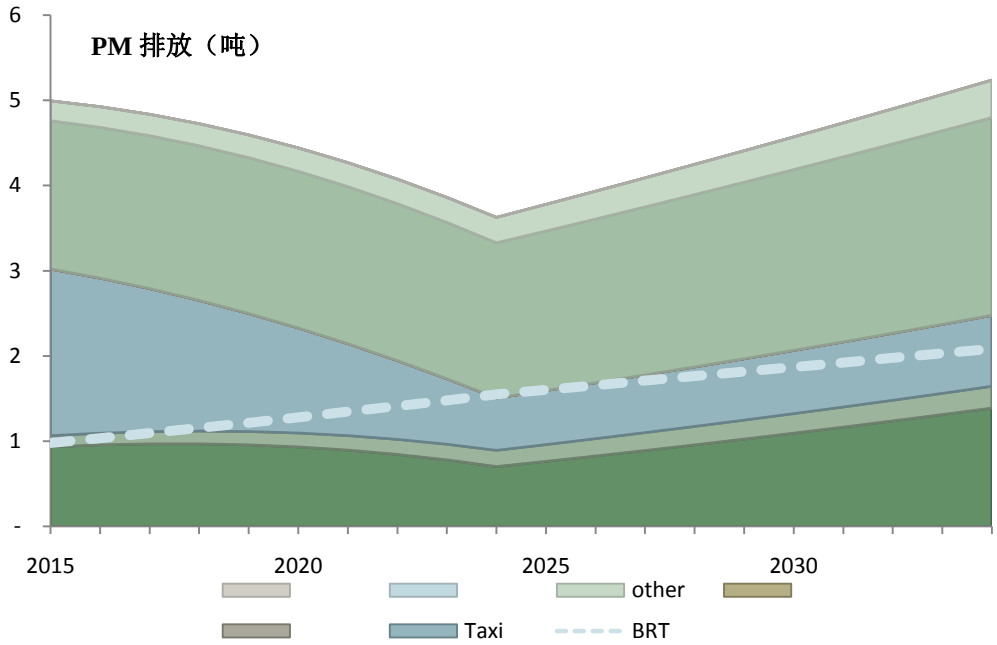
表 16 显示，在未来 20 年，与没有公交优先走廊相比，由交通方式转移所致的减排结果。在照常情景下，PM，NOx 和 CO_2 的排放总量分别是 89.57，4,098.54 和 1,096,664.35 吨；而有了公交优先走廊和地下车库，排放将减少至 30.99，2881.73 和 546,554.04 吨。

表 16 TEEMP 模型计算的哈尔滨公交优先走廊减排效果

	总排放（BAU）	总排放（哈尔滨项目）	减排量（考虑怠速影响）	减排百分比
PM（吨）	89.57	30.99	58.58	65.40%
NO_x（吨）	4,098.54	2881.73	1,216.81	26.69%
CO_2（吨）	1,096,664.35	546,554.04	550,110.31	50.16%

A 由于排放标准的提高被低估，本项目的 PM 减排数据是比较保守的估计。由于缺乏当地数据，不同排放标准车型数据（不同标准％）引用了 ICCT 在 2013 年发布的交通路线图模型中的中国油品标准和排放标准。然而，相当于欧 V 标准的国 V 并不包括在此路线图模型中，而根据中国新颁布的标准路线图和大气污染防治国家行动计划，哈尔滨在 20 年后可能会采用国 V 标准。随着清洁燃料和车辆的应用，哈尔滨将实现更大的减排量。

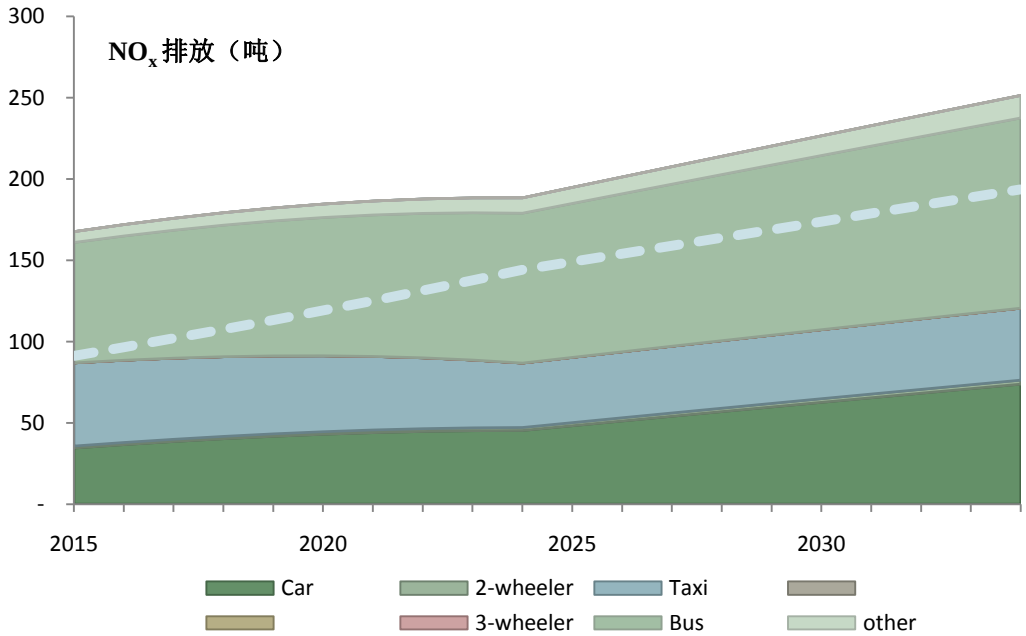
在不考虑怠速排放影响的情况下，公交优先走廊项目的 PM 减排量为 58.33 吨，如将减少怠速排放影响纳入考虑，这一数字为 58.58 吨。在第一个 10 年中，其他车辆类型的 PM 排放将有所减少，这是因为车辆将会采用更严格的排放标准，但之后由于出行需求的增加，这一排放将会再次增加。



注：实线部分描绘的是无BRT 情景，虚线部分描绘的是BRT影响

图 3 PM 排放

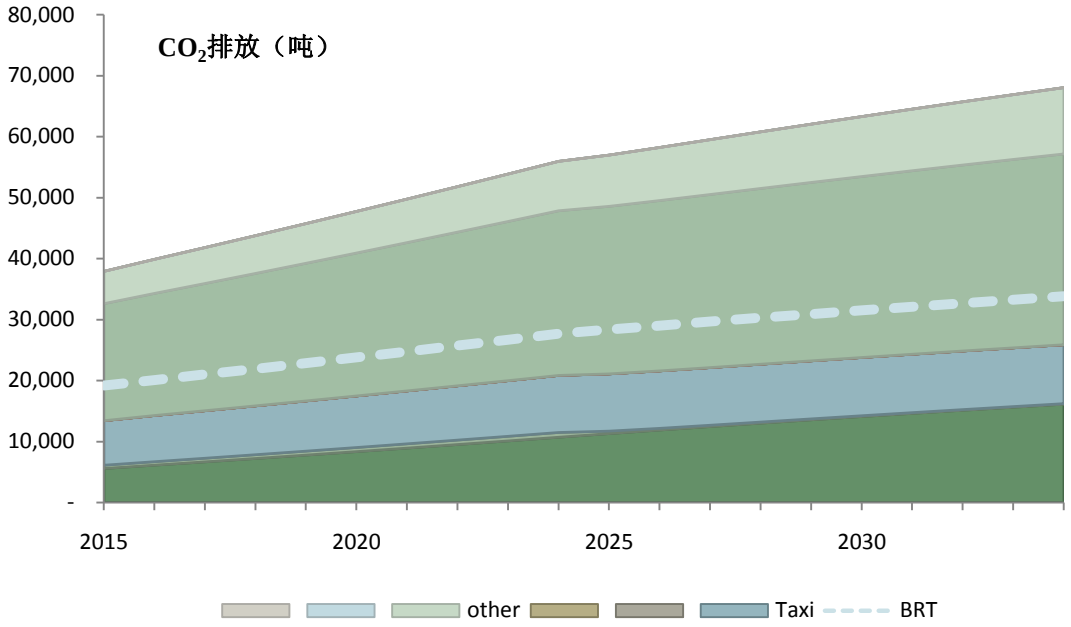
在考虑减少怠速排放影响前提下，公交优先走廊项目的 NO_x 总减排量为 1,216.81，若不考虑减少怠速排放的影响，则为 1,163.46 吨。NO_x 减排量相较于 CO_2 和 PM 要少，这是因为在走廊中使用 LNG 公交车会导致 NO_x 排放增加，因为 NO_x 拥有比柴油和汽油更高的排放因子。



注：实线部分描绘的是无BRT 情景，虚线部分描绘的是BRT影响

图 4 NO_x 排放

B 在未来 20 年，哈尔滨公交优先走廊将减少 CO_2 排放 550,110.31 吨（包含减少怠速排放影响），按每车每年行驶车 1 万公里、燃油效率为每升 10 公里计算，这相当于公路上少行驶了约 200,000 辆汽油车。20 年后，减少怠速排放的 CO_2 减排量是 2471.04 吨。若不考虑减少怠速排放的影响，公交优先走廊自身的 CO_2 减排量可达 547,639.27 吨。



注：实线部分描绘的是无BRT 情景，虚线部分描绘的是BRT影响

图 5 CO_2 排放