



WRI CHINA

近零排放区可行性研究： 情景与风险分析

FEASIBILITY OF ZERO EMISSION FREIGHT ZONES:
SCENARIO ANALYSIS AND RISK ASSESSMENT

薛露露 陈轲

WRI.ORG.CN



引用建议：
薛露露，陈轲. 2023. 近零排放
区可行性研究：情景与风险分
析. 世界资源研究所研究报告.
<https://doi.org/10.46830/wriipt.23.00076>

校对
谢亮 hippie@163.com

设计与排版
张烨 harryzy5204@gmail.com

目录

V	执行摘要
XIII	Executive Summary
1	背景
5	研究边界与方法
5	研究边界
6	研究方法
13	近零排放货运区政策情景设置
13	实施区域选取
18	限行车型分析
21	实施时间分析
24	政策情景设置
27	近零排放货运区政策情景预测
27	无近零排放区政策下货车日均通行规模预测
34	情景预测结果
43	近零排放货运区政策风险分析及防范措施
43	近零排放货运区政策推荐方案的风险分析
46	近零排放货运区政策风险防范措施
53	附录 1. 货运需求量预测
55	附录 2. 风险等级计算方法说明
58	注释
59	参考文献
61	致谢
61	关于作者

图目录

图1	已经实施、宣布或计划实施近零排放（货运）区政策的城市与类型统计	5
图2	近零排放货运区政策分析框架	7
图3	国内外近零排放货运区准入货车车型对比分析	18
图4	2017—2020年北京市公路货运需求量与货车保有量	28
图5	2019—2025年分环路年均公路货运需求量分布	29
图6	北京市2015—2025年货车保有量历史趋势与预测值	31
图7	北京市新能源货车2015—2025年分车型保有量历史趋势与预测值	32
图8	北京市货车日均通行规模分布现状与预测	33
图9	不同情景的受影响的燃油货车通行规模	35
图10	不同情景的污染物和碳排放累计减排量对比	36
图11	不同情景下政府支出成本水平	37
图12	国内外城市近零排放货运区过渡期对比	47
附图1	北京市总常住人口数量变化图	53
附图2	北京市近三年煤炭能源消耗总量变化图	54
附图3	北京市2018—2020年重工业总产值及年增长率	54
附图4	社会稳定风险等级划分示意图	56

表目录

表1	新能源货车优先路权政策的不同形式	2
表2	北京市“十四五”规划相关政策文件	2
表3	近零排放货运区政策情景设置研究方法与数据来源说明	8
表4	新能源货车与燃油货车的成本差价	10
表5	国内外近零排放区设置范围及原则	14
表6	不同场景下新能源货车技术成熟度与TCO对比	19
表7	北京市现状纯电动货车与燃油货车TCO对比	22
表8	北京市现状氢燃料电池货车与燃油货车TCO对比	23
表9	不同近零排放货运区排列组合与情景设置选择	24
表10	四个近零排放货运区政策情景设置	25
表11	不同情景的新能源货车日均通行数量	37
表12	四个近零排放货运区政策情景结果汇总与对比	38
表13	不同情景下单位排放的减排成本与单位减排量所影响的货车日均通行规模	39
表14	近零排放货运区政策的利益相关方与潜在影响分析	44
表15	实施近零排放货运区政策涉及的14个风险点的等级与权重打分结果	45
表16	近零排放货运区政策的风险防范措施	46
表17	国内外城市近零排放货运区政策的法律基础、执法与惩罚措施对比	48
表18	近零排放货运区政策相关职责与负责部门	50
附表1	社会稳定风险事件发生概率等级	55
附表2	社会稳定风险事件影响程度等级	56

专栏目录

专栏1	北京市货车限行政策说明	3
专栏2	二环内近零排放货运区政策的潜在实施效果与实施难度	15
专栏3	分环路货运需求量计算方法	30



**TRANS
CHICAGO**
TRUCK GROUP
transchicago.com

执行摘要

亮点

- 在国家新能源汽车购置补贴退出的背景下，实施更加严格的燃油货车通行管理政策是改善空气质量、加快新能源产业发展的重要措施；目前，国内外一些城市已经开展了近零排放货运区的实践。
- 本文以北京市为例，分析近零排放货运区政策设计中的重要因素，以确保城市日常物资稳定供应，保障各类运输企业生存与发展，兼顾政府财政资金的可持续性，为中国城市决策提供参考。
- 本研究基于实施区域、限行车型与实施时间，构建分区域2024—2025年实施的轻微型、中重型货车近零排放区情景假设，分析其利益相关方与潜在风险。
- 预测结果显示，“2024年内实施二环内（不含二环路）轻微型货车近零排放区”情景具有突出的减排效益，且潜在负面影响相对较小，后续考虑过渡到更多车型或更大地理范围。
- 近零排放货运区政策实施后，可能影响二环内几千至一万余辆不等的燃油货车，在2024年将这此燃油货车置换成新能源货车将给政府或运输企业增加1~13亿元的成本负担（用于填补燃油货车与新能源货车TCO之差或购置成本之差）。但与政策实施之前相比，该政策可在2024—2025年累计减排1199~3365吨污染物，以及21~47万吨二氧化碳。
- 为降低近零排放货运区政策对相关利益方（特别是小微企业和个体户）的负面影响，北京市政府需要设置合理的过渡期，加强执法监督，调整北京市道路运输车辆进出城（区）通行证（简称“日间进五环通行证”）等相关政策，完善货车充（换）电与加氢基础设施。

研究问题

新能源货车成本高，部分车型技术尚未成熟，仍处于推广的早期阶段。在国家新能源汽车购置补贴退出的背景下，中国城市新能源货车推广的激励政策也进入调整期。

在各类激励措施中，新能源汽车优先路权政策是推广新能源货车最重要的措施。其中，近零排放货运区政策是对燃油货车限行力度最大、对新能源货车路权优先程度最高的新能源货车优先路权政策。该政策要求，指定区域内（通常为城市核心区）允许所有新能源货车全天24小时自由进出，而限制所有（或部分）燃油货车全天驶入，或者需要支付费用才能驶入（Sandra Wappelhorst等，2022）。目前，国内外一些城市已经开展了近零排放货运区的实践。

考虑到城市货运是保障城市物资需求、支撑城市经济正常运转的重要基础，因而，近零排放货运区政策设计需要统筹多方面问题：

- 在物资保供方面，如果缺乏有效激励措施，通过近零排放货运区政策强制推广新能源货车，可能会影响城市内物资的日常供应。
- 在降低物流成本、确保运输企业生存发展方面，如果通过优先路权政策“一刀切”地推广新能源货车，可能会直接影响这些运输企业的业务量与盈利水平，或者间接通过成本转嫁，影响全社会居民消费价格水平。
- 在政府财政负担方面，近零排放区政策一般需要财政激励作为配套措施，但如果没有针对性的财政补贴，可能加剧政府财政负担。

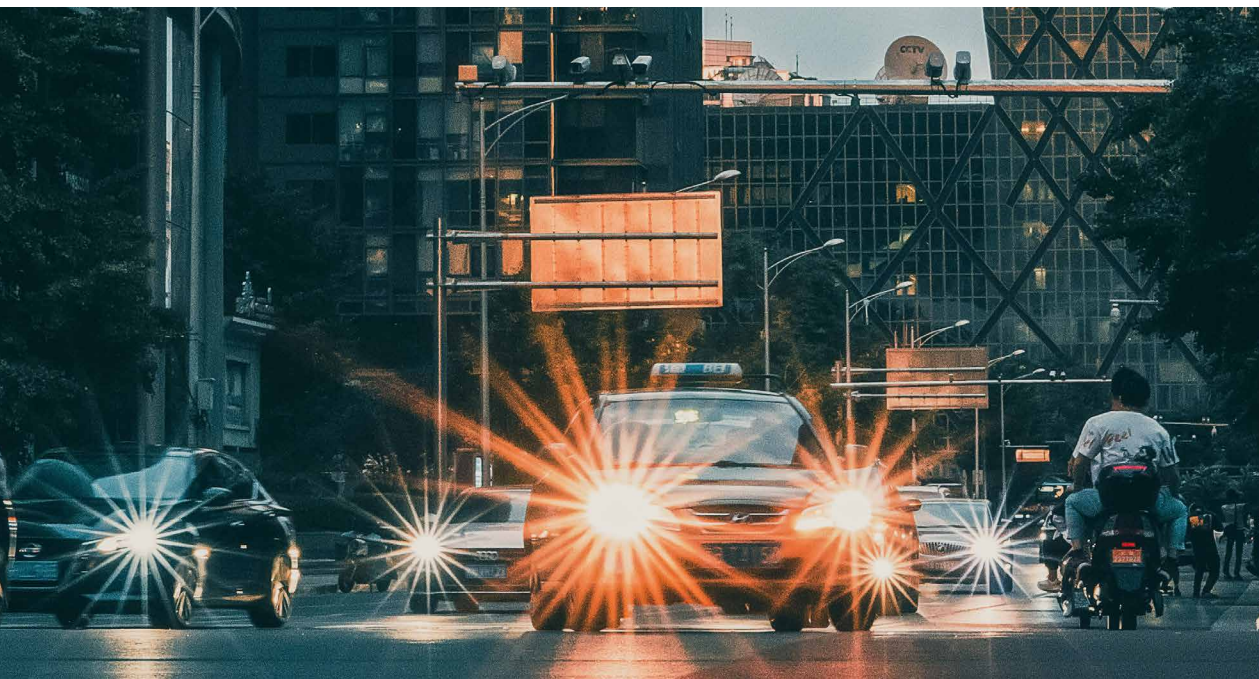
所以，如何既能加速新能源货车推广，又能保障城市日常物资需求，确保各类运输企业（特别是小微企业与个体户）的生存发展，减少对政府财政资金的过度依赖，是城市设计近零排放货运区政策时亟须解决的议题。

本文以北京市为例，分析如何设计近零排放货运区政策（包括实施区域、限行对象、实施时间以及风险防范措施），才能实现减污降碳的效果，降低对置换燃油车辆的影响以及对运输企业或政府成本的影响。

研究方法

本文基于对国内外近零排放货运区案例、北京市相关政策文件（例如，《首都功能核心区控制性详细规划（街区层面）（2018年—2035年）》（北京市规划和自然资源委员会，2020））与其他类型文献的梳理，结合北京市统计数据与大样本数据分析，构建二环内、五环内2024—2025年实施轻微型、中重型货车近零排放区的不同情景，分析各情景对运输企业日常经营、居民民生保供、污染物与碳排放减排、政府与运输企业潜在成本负担等方面的影响，识别出一个效果最理想且具备可实施性的情景，作为推荐方案。针对该方案，通过识别各利益相关方以及可能产生的风险，本文提出规避风险的防范措施。其中：

在情景搭建方面，近零排放货运区的设定是实施难度与实施效果二者的平衡，既要通过加速新能源货车推广，降低污染物与碳排放，确保实施效果，也有必要兼顾近零排放货运区的实施难度，缓解政策实施后对运输企业及区域内居民的负面影响。综合平衡实施难度与实施效果，本研究设置了四个近零排放货运区的政策情景：



- 保守情景（即所有情景中最为保守的情景）：在2025年，在二环内（不含二环）实施针对轻微型货车的近零排放区政策，限制燃油轻微型货车（含轻型冷藏货车）全天进出，仅允许新能源轻微型货车（包括纯电动货车与氢燃料电池货车）自由进出。
- 温和情景：在2024年（比保守情景提前一年），实施针对轻微型货车的近零排放区政策。
- 车型递进情景：在温和情景的基础上，于2025年扩大二环内近零排放区限行车辆范围，不仅限制燃油轻微型货车（含轻型冷藏货车）全天进出，也限制燃油中重型货车（不含中重型冷藏货车）全天进出。
- 范围递进情景：在温和情景的基础上，于2025年将近零排放货运区的实施范围从二环内扩大至五环内（不含五环），仍限制燃油轻微型货车（含轻型冷藏货车）全天进出。

基于实施难度的考虑，本文排除了一些近期不具备实施可行性的情景：

一是不考虑2024年率先在五环内设置近零排放货运区。即便仅在二环内实施近零排放区政策，该区域已是本文分析的7个全球已实施、计划或宣布实施的强制性近零排放货运区中面积最大的。此外，北京市政府部门计划在核心区适时引入超低排放区（或近零排放区）。

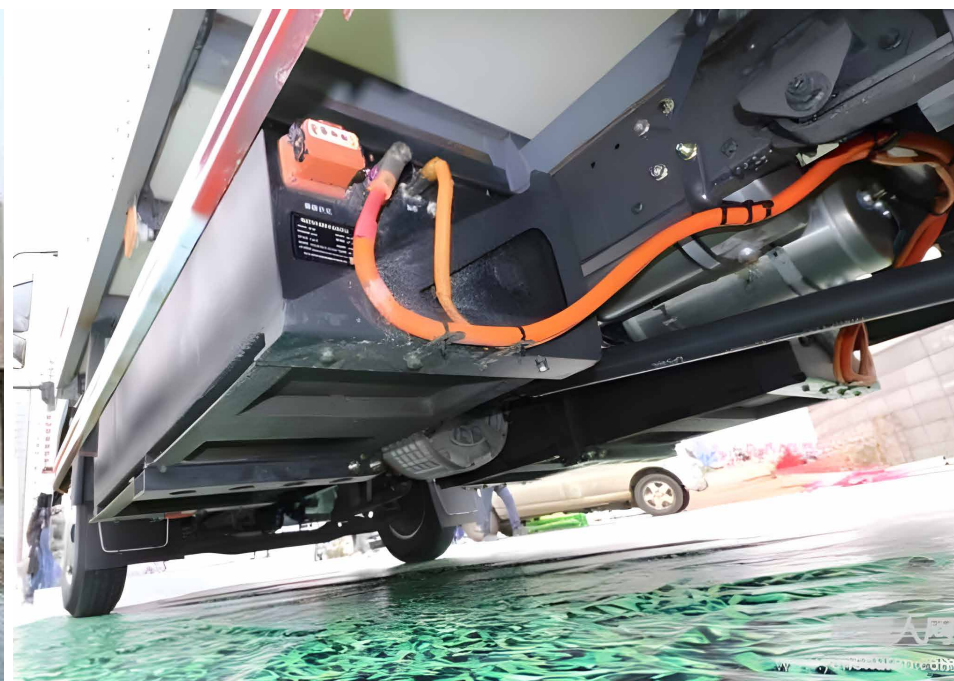
二是不考虑2025年在五环内限行燃油中重型货车。由于新能源中重型货车较燃油货车有明显的技术与成本差距，近期大范围限行燃油中重型货车，不仅可能加剧运输企业负担，还可能影响到干线/支线运输乃至整个城市的物资供应。

在情景分析与选择方面，不同近零排放货运区政策情景对进出区域运输企业的日常经营、居民的民生保供、污染物与碳排放的影响不同。考虑到数据可得性，本文主要针对如下三个指标进行定量分析，包括近零排放货运区政策实施后：

- 对减少城市交通污染物（含Nox、CO、HC、PM2.5四类污染物）与碳排放的作用。
- 对城市物资运输与通行货车的影响。
- 对运输企业或政府成本的影响。

同时，为综合平衡不同近零排放区政策情景对上述三个指标的影响，本文采用单位排放的减排成本与单位减排量所影响的货车日均通行规模进行评估，识别出减排成本效益高、减排影响货车数量少的情景，作为北京市近零排放货运区政策的推荐实施方案。

在风险管理方面，针对该推荐实施方案，本研究基于国内外近零排放区案例分析、现有限行政策类比与专家访谈，识别受近零排放货运区政策推荐实施方案影响的利益相关方，以及该方案可能产生的风险。在此基础上，本研究采用专家打分的方法，选择能够代表各利益相关方的9名专家，他们来自城市配送运输企业（大中型企业、小微企业各1名）、典型物资需求企业（大中型企业、小微企业各1名）、政府部门（1名）、电网企业（1名）、城市交通部门（1名）、新能源汽车生产企业（1名）和城市物流企业（1名），分别对各个风险点的风险概率与风险影响程度进行打分，得到各个风险点的风险等级（即低风险、中风险、高风险）。针对各个风险点——特别是中风险点和高风险点，本文结合国内外案例分析，提出相应保障措施。



研究结果与建议

针对以上四个政策情景的定量分析显示，相较其他三个零排放货运政策情景，温和情景（即2024年实施二环内轻微型货车近零排放区）有突出的减排效益，且潜在负面影响相对较小：

- 对于范围递进情景，虽然其污染物和碳排放减排量最高，约为保守情景的23~38倍，但每日影响货车高达15~26万辆，相当于北京市货车日均通行规模的半数以上（约61%~67%）。所以，该情景实施后可能影响众多运输企业，威胁物资供应，加剧政府财政负担。
- 对于车型递进情景，该情景与温和情景累计减排量相近，但政府或运输企业投入高出10多亿元，而且考虑到在北京市初次引入近零排放货运区存在潜在风险（如居民物资供给受影响、运输企业成本增加），因而，建议暂不扩大限行货车车型范围。
- 对于保守情景，该情景与温和情景在受影响的车辆规模、政府或运输企业的成本投入方面几乎一致，但温和情景的污染物与碳排放减排量约为保守情景的2倍。因此，相比保守情景，在相同政府投入下，温和情景能产生更多的环境效益。

综合考虑环境效益、成本投入以及受影响货车数量三项指标，在所有情景中，温和情景（即2024年实施二环内轻微型货车近零排放区政策）的单位污染物与碳排放减排量的减排成本最低，而且单位减排量影响的货车数量相对较少，较容易实施。

此外，考虑到在北京市初次引入近零排放货运区存在潜在风险（见第5.1节），为不扩大受影响的群体数量，**本文建议2024年在二环内建立轻微型货车近零排放区，作为北京市初次实施近零排放货运区政策的方案。后续，北京市可根据这一方案的实施效果与新能源货车推广情况，决定是否在此基础上实施车型递进情景或范围递进情景。**

根据测算，温和情景实施后可能影响二环内几千至一万余辆不等的燃油货车，将这些燃油货车置换成新能源货车可能会给运输企业或地方政府增加1~3亿元的成本负担（用于填补燃油货车与新能源货车TCO之差或购置成本之差），但与实施之前相比，该情景可在2024—2025年累计减排1199~3365吨污染物，21~47万吨碳排放。

四种近零排放货运区政策情景结果汇总与对比见执行摘要-表1，单位排放的减排成本与单位减排量所影响的货车日均通行规模见执行摘要-表2。

表 ES-1 | 四种近零排放货运区政策情景结果汇总与对比

情景名称		保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景
社会影响	受影响燃油货车日均通行规模（万辆/日）	0.412 ~ 1.20	0.417 ~ 1.17	0.58 ~ 1.35	14.93 ~ 26.03
	环境影响				
环境影响	污染物减排量（吨）	592 ~ 1726	1199 ~ 3365	1683 ~ 3900	22668 ~ 40795
	碳排放减排量（万吨）	7 ~ 21	14 ~ 40	21 ~ 47	270 ~ 486
运输企业或政府潜在成本负担	补贴总拥有成本差价（亿元）	0.98 ~ 2.88	1 ~ 2.8	12.34 ~ 15.4	35.84 ~ 62.48
	补贴购置成本差价（亿元）	4.41 ~ 12.96	4.5 ~ 12.6	13.68 ~ 22.8	161.28 ~ 281.16

说明：黄色高亮的情景为本研究推荐实施的情景。

来源：作者计算汇总。

表 ES-2 | 单位排放的减排成本与单位减排量所影响的货车日均通行规模

	保守情景		温和情景		车型递进情景		范围递进情景		
单位排放的 减排成本	单位污染物减排成本 (TCO差价, 万元/吨)	16.6	16.7	8.3	8.3	73.3	39.5	15.8	15.3
	单位碳排放减排成本 (TCO差价, 万元/吨)	0.14	0.14	0.07	0.07	0.59	0.33	0.13	0.13
	单位污染物减排成本 (购置成本差价, 万元/吨)	74.49	75.09	37.53	37.44	81.28	58.46	71.15	68.92
	单位碳排放减排成本 (购置成本差价, 万元/吨)	0.63	0.62	0.32	0.32	0.65	0.49	0.60	0.58
单位减排量影 响的货车日 均通行规模	单位污染物减排量影响的货 车日均通行规模(辆/吨)	6.96	6.95	3.48	3.48	3.45	3.46	6.59	6.38
	单位碳排放减排量影响的 货车日均通行规模(辆/吨)	588.6	571.4	297.9	292.5	276.2	287.2	553.0	535.6

来源：作者根据表 ES-1 计算汇总。

本研究邀请专家对2024年在二环内实施轻微型货车近零排放区政策涉及的14个风险点的风险等级进行打分，结果表明，**2024年在二环内实施轻微型货车近零排放区政策的综合风险等级值为0.41，属于中风险政策。**这说明，从本研究咨询的利益相关方视角看，部分群众可能对该政策有意见，或反映强烈，有必要采取风险防范措施，化解风险。

14个风险点中，包括8个中风险点和6个低风险点，见执行摘要-表3。其中，**近零排放货运区政策叠加现有五环内日间货车限行政策产生的风险最大**，即服务二环的运输企业面临更换成新能源货车后，车辆无通行证无法进入五环内的问题，对企业经营与二环内物资供应造成影响。此外，**小微零售商、小微运输企业及个体经营户的风险等级高于同类风险下大中型企业的风险等级**，所以，在制定风险防范措施时需要注重维护小微企业与个体户的利益。

为降低上述近零排放货运区政策风险，有必要完善近零排放货运区政策，制定相关配套措施，以及提供相应体制机制保障：

一是完善近零排放区政策，具体包括：

■ **设置合理过渡：**设置不少于6个月的过渡期，并通过试点

方式，鼓励重点单位（如二环内的主要政府机关、学校、大型商场）率先试点采用新能源货车配送，降低政策的引入难度；加强政策宣贯，帮助小微企业和个体户及早了解政策。

■ **夯实法律基础：**根据《中华人民共和国道路交通安全法》及《北京市大气污染防治条例》，北京市具备出台近零排放货运区政策的法律基础，建议在政策方案出台前加强合法性审核。

■ **加强执法监督：**北京二环内具备车辆特征记录功能的摄像头覆盖度较高，建议提高二环内以及紧邻二环的小区或医院出入口的摄像头覆盖度，必要时结合人工现场执法，并明确执法标准。

二是制定近零排放区政策的配套措施，具体包括：

■ **优化路权政策：**同步调整货车日间进五环的通行证政策，包括适度增加新能源货车通行证的配额数量。

■ **提供经济激励：**建议考虑针对北京市纯电动货车提供置换补贴或运营补贴，特别是小微运输企业拥有的车辆；对于氢燃料电池货车，建议继续实施氢燃料电池汽车城市群示范补贴政策，并扩大区级补贴覆盖范围（目前只有大兴区与北京经济技术开发区提供区级补贴）。

■ **完善基础设施：**建议在二环内、进出二环的主要通道周

表 ES-3 | 二环内实施轻微型货车近零排放区政策的14个风险点的等级与权重结果

利益相关方	序号	风险点	风险等级值	风险等级	风险权重
有物资需求的企事业单位	1	政府机关、企事业单位、医院的物资保障受到影响，出现物资保障不足的风险	0.28	低	0.05
	2	居民的物资保障受到影响，出现物资保障不足的风险	0.42	中	0.07
大型商超、小型零售商等商业设施	3	大型商超等大型货主单位收入受到影响，易引起不满，或造成物价上涨的风险	0.35	低	0.06
	4	小型零售商等小型货主收入受到影响，易引起不满，或造成物价上涨的风险	0.42	中	0.06
城市配送企业、个体户与司机	5	大中型企业成本增加，企业利润受到影响，引发负面情绪，甚至造成不予配合的风险	0.31	低	0.05
	6	小微运输企业及个体经营户成本增加，企业利润受到影响，引发负面情绪，甚至造成不予配合的风险	0.43	中	0.06
	7	大中型企业车辆充（换）电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪	0.29	低	0.05
	8	小微企业或个体户充（换）电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪	0.38	中	0.07
	9	大中型企业不配合，存在违法闯入的问题	0.33	低	0.07
	10	小微企业或个人不配合，存在违法闯入或客改货等问题	0.44	中	0.07
	11	由于新能源货车对燃油货车替代率高，在五环内日间货车通行证限制下，大中型企业更新的新能源货车无通行证，面临无法进入五环的问题，造成企业经营与保供压力	0.56	中	0.09
	12	由于新能源货车对燃油货车替代率高，在五环内日间货车通行证限制下，小微企业更新的新能源货车无通行证，面临无法进入五环的问题，造成企业经营与保供压力	0.61	中	0.10
日常出行居民	13	由于新能源货车对燃油货车替代率高，导致近零排放区政策实施后，日均通行货车数量增加，加剧城市拥堵	0.31	低	0.10
电网企业	14	短期内新能源货车大规模推广，对电网容量产生较大压力，需要电网企业加大电网扩容投入	0.38	中	0.10

说明：《北京市重大决策社会稳定风险评估实施细则（试行）》（京发办〔2012〕12号）将社会稳定风险等级分为3个级别，即低风险等级（0～0.36）、中风险等级（0.36～0.64）、高风险等级（0.64～1）。

来源：作者基于专家打分结果汇总。

边，以及二环外货车出发地（如主要物流基地与批发市场），及早开展有针对性的电网扩容工作，并完善针对新能源货车的能源补给设施；在二环内大型商圈周边设置新能源货车路边停车位、新能源货车专用卸货区；完善多级物流配送中心等节点。

三是完善体制机制保障，具体包括：

- 建议北京市成立近零排放货运区政策专班，协调交通运输、生态环境、公安、商务、经信、财政、城管等部门，统筹推进近零排放货运区政策落地。
- 在近零排放货运区政策实施后，建议由交通运输部门联合公安、生态环境等部门，每半年评估实施效果，并结合新能源货车推广情况，对未来近零排放区政策潜在调整方向（如扩大限行车型、限行区域等）提出建议。

值得注意的是，风险等级较大的风险点对应的风险防范措施，其优先级也更高，包括：

- **调整现行的新能源货车路权政策**（包括优化五环内日间

货车限行措施），以化解更换后的新能源货车因无日间进五环通行证而无法进入二环内的问题。

- **设置合理的近零排放货运区政策过渡期，加强执法监督**，避免运输企业违法闯入或采用“客改货”车辆进入近零排放货运区的问题，也可给予企业（特别小微企业）更多筹备时间，降低物资保供风险。
- **考虑出台新能源货车推广的经济激励机制（特别针对小微企业），在重点地区扩容电网，完善相应的充（换）电与加氢配套基础设施。**

最后，近零排放货运区存在未来从二环内扩展到更大地理范围以及从轻微型货车扩展到中重型货车的可行性。由于数据限制，本文只考虑未来二环内轻微型货车的近零排放区情景，未考虑其他区域或车型，**例如，城市副中心的轻微型货车近零排放区、大型工业园区内的中重型货车近零排放区，或者针对城市自卸货车的近零排放区等**。因而，北京市有关部门有必要基于新能源货车技术与成本发展趋势，研究并考虑设置更多近零排放货运区的可能性。





EXECUTIVE SUMMARY

HIGHLIGHTS

- Beijing needs more proactive policies like zero emission freight zones (ZEFZs) to accelerate the adoption of zero emission trucks (ZETs). However, the design and implementation of such a policy should avoid disrupting the supply of goods, guard against increases in logistic costs, and ensure the inclusive transition of small carriers and financial sustainability for city governments.
- This study adopts scenario analysis and risk assessment to simulate the potential impacts of ZEFZs on different stakeholders, if the city chooses to introduce ZEFZs during 2024–25.
- The study reveals that the scenario in which Beijing rolls out the ZEFZ within the Second Ring Road (excluding the road) in 2024 to ban internal combustion engine (ICE) light-duty trucks (LDTs) from entering would be the most cost-efficient and relatively easy-to-implement solution.
- This policy will lead to the switching of a few thousand to 11,700 ICE LDTs to ZETs, requiring 0.1 billion to 1.3 billion Chinese yuan (CNY) public and private investments to bridge the total cost of ownership (TCO) or purchase cost gaps between ZETs and ICE trucks and generating 1,199–3,365 tonne (t) air pollutant and 140,000–400,000 t carbon emission reduction during 2024–25, compared to the scenario in which the ZEFZ is not introduced.
- To mitigate the risks, it is essential to optimize existing privileged road access policy, design a sufficiently long phase-in period, and enforce the policy stringently.

Research question

Amid the phaseout of national new energy vehicle (NEV) purchase subsidies starting in 2023, to help Beijing achieve its 14th Five-Year targets on air pollution reduction and NEV promotion, road access incentives become a viable measure. Although Beijing's current privileged road access policy (that only grants ZETs with daytime access permits to enter the Fifth Ring Road in the daytime; trucks without the permits can only enter the area at nighttime) had successfully promoted ZETs, it has reached its limit—there are few daytime access permits, and these have already been distributed to ZETs. Therefore, newly added ZETs that do not have the permits will face the same access restriction as ICE trucks. To further incentivize the adoption of ZETs, Beijing would need more proactive policies like ZEFZs.

Considering that goods and freight transportation is central to a city's economy and social life, the design and implementation of Beijing's ZEFZs must address some practical challenges:

- If private freight carriers (and logistic service providers [LSPs]) refuse to switch to ZETs, the city's steady supply of goods and freight would encounter risks.
- Even if freight carriers (and LSPs) are cooperative, their profits may be eroded—particularly for small carriers—considering that the TCO (or purchase cost) gaps between ZETs and ICE trucks remain high. If freight carriers transfer this cost burden downstream, the increased logistic costs will affect the affordability and welfare of city residents.
- Public subsidies to bridge the TCO (or purchase cost) gaps would aggravate the city's fiscal sustainability.

Therefore, the study aims to design ZEFZs in Beijing that not only accelerate ZET adoption and reduce transport-related emissions but also avoid disruption of the city's goods supply and any increase in logistic costs, as well as ensure inclusive transition of small carriers and financial sustainability for city governments.

Research approaches

Based on international and domestic case studies on ZEFZs, policy document and literature review, and data analysis of freight demand distribution and truck movements in Beijing, this study constructs four scenarios that are characterized by different spatial coverages (within the Second Ring Road or the Fifth Ring Road), restricted vehicle segments (LDTs or heavy-duty trucks [HDTs]), and rollout years (2024 and 2025). We further evaluate the impacts of different ZEFZ scenarios based on emission reduction potentials, goods supply and vehicle fleet replacement, and public and private expenditure (to fill either the TCO gaps or the purchase cost gaps between ZETs and ICE trucks). The most cost-efficient and easy-to-implement scenario is recommended as the initial phase of the ZEFZ scheme. For this proposed scheme, risk assessment is performed based on expert interviews and grading to identify stakeholders and relevant risk levels. For each risk, we also develop measures to mitigate the risk based on international and domestic case studies.



For scenario construction, considering that implementing ZEFZs involves a balance between public acceptance and environmental benefits, we established four ZEFZ scenarios:

- A conservative scenario, in which Beijing will roll out the ZEFZ within the Second Ring Road (not including the road) in 2025 that bans ICE LDTs—including temperature-controlled trucks—and only allows access for ZETs.
- An LDT ban scenario, in which Beijing will introduce the ZEFZ within the Second Ring Road (not including the road) in 2024; that is, one year earlier than the conservative scenario.
- An HDT ban scenario, in addition to the LDT ban scenario, in which Beijing will further ban ICE HDTs (excluding temperature-controlled trucks) from entering the Second Ring Road in 2025.
- An area expansion scenario, in addition to the LDT ban scenario, in which Beijing will expand the ZEFZ from the Second Ring Road to the Fifth Ring Road (not including the road) in 2025.

We do not include scenarios that would possibly provoke widespread public objection, despite the potential large environmental benefits:

- Introducing ZEFZs in 2024 within the Fifth Ring Road that bans LDTs is challenging. Among seven global cities that have already rolled out or plan to roll out ZEFZs, Beijing's ZEFZ within the Second Ring Road is already the largest, almost triple the area of the ZEFZs in Shenzhen. Therefore, establishing a ZEFZ

within the Fifth Ring Road—10 times the area of the Second Ring Road—would be much riskier.

- Banning HDTs from the Fifth Ring Road is less feasible. This is because at present, zero emission HDTs have limited make-and-model availability, immature technologies, and high costs. Since major logistic centers are located within the Fifth Ring Road, the forceful implementation of ZEFZs would affect the long-haul/regional-haul transportation and the supply of goods and services to the entire city.

This study evaluates the impacts of the four scenarios. Given the research purposes and data availability, three indicators are chosen, including air pollutant (including nitrogen oxides, carbon monoxide, hydrocarbons, and particulate matter) and carbon emission reduction potentials; freight demands and the number of ICE trucks affected (that is, also the fleets for replacement) by the ZEFZ scenarios; and expenditure incurred from carriers or governments to support the zero emission transition of vehicles, represented by either the TCO gaps or purchase cost gaps between ZETs and ICE trucks. Further, two composite indicators are created based on the above three indicators to balance ZEFZs' environmental benefits against the negative impacts, including the abatement cost per unit of emission reduction and number of ICE trucks affected per unit of emission reduction. Lastly, the scenario that is the most cost-efficient and easy to implement is chosen.

For the risk assessment of the proposed scheme, based on international and domestic case studies, past policy experiences, and expert interviews,



stakeholders and risks associated with the scheme are identified. We invited nine experts representing different groups of stakeholders (such as city governments, receivers, customers, carriers, utilities, and so on) to grade the probability, influences, and weights of each risk to generate risk levels for the scheme (that is, high, medium, and low risks). Lastly, measures to mitigate the risks are proposed.

Research findings and recommendations

The foregoing scenario analysis and risk assessment reveal the following factors (Table ES-1):

- First, the LDT ban scenario delivers relatively large emission reduction potentials while generating limited impacts on carriers' vehicle fleet replacement and (public and private) cost burdens.
- For the area expansion scenario, although its air pollutant and carbon emission reduction potentials are the highest, around 23 to 38 times that in the conservative scenario, the number of ICE trucks affected is also the largest across scenarios, influencing 150,000 to 260,000 ICE trucks, about 61 to 67 percent of the number of trucks operated in Beijing every day. Therefore, this scenario will potentially challenge the city's supply chain resilience and strain small carriers.
- For the HDT ban scenario, its emission reduction potentials are comparable to the LDT ban scenario. However, this scenario requires 1 billion CNY more public and private expenditure than that in the LDT ban scenario. Considering that restricting ICE HDTs from entering the city center would provoke more public objection, the study does not treat this scenario as the initial phase of the ZEFZ in Beijing.
- For the conservative scenario, although both the number of ICE trucks affected and expenditure needed to bridge the TCO (or purchase cost) gaps are almost the same as the LDT ban scenario, its emission reduction potentials are only half of those in the LDT ban scenario. This means that for the same amount of expenditure, the LDT ban scenario can deliver greater emission reduction potentials.



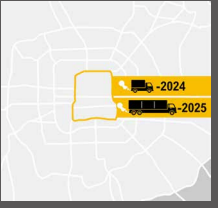

This study also demonstrates that when balancing ZEFZs' environmental benefits against the negative impacts of ZEFZs on private carriers and governments (such as financial sustainability), the LDT ban scenario is the most cost-efficient and easy-to-implement scenario (Table ES-2). Among all the scenarios, the abatement cost (per unit of air pollutant and carbon emission reduction) in the LDT ban scenario is the lowest. Further, the scenario—together with the HDT ban scenario—also features the lowest number of ICE trucks affected for the same level of environmental benefits generated. Therefore, the LDT ban scenario is recommended as the initial phase of the ZEFZ.

Implementing the ZEFZ scheme in the LDT ban scenario would affect a few thousand to 11,700 trucks serving the Second Ring Road every day in 2024, requiring about 0.1 billion to 1.3 billion CNY public and private expenditure to bridge the TCO (or purchase cost) gaps between ZETs and ICE trucks and generating 1,199–3,365 t air pollutant and 140,000–400,000 t carbon emission reduction during 2024–25, compared to the scenario in which the ZEFZ is not introduced (Table ES-1).

This study shows that the risks associated with the proposed scheme in the LDT ban scenario remain considerable. At least 14 risks are identified if Beijing were to introduce the ZEFZ for LDTs in 2024 (Table ES-3). The overall risk level of the ZEFZ policy—the weighted sum of the 14 risks—is scored 0.41, falling under the medium risk group based on Beijing's local standard. This means that some stakeholders will resist this policy, a small fraction of whom may strongly object to the policy.

Among the 14 risks, there are 8 medium-level risks and 6 low-level risks (Table ES-3). The risk level is particularly prominent for freight carriers when the number of permits for trucks to enter the Fifth Ring Road during the daytime remains unchanged. Without the permits, ZETs switched as a result of the ZEFZ policy can only serve the area within Second Ring Road at nighttime (that is, off hours for many receivers), thereby losing business opportunities and affecting the supply of goods and services to the Second Ring Road. Further, small enterprises such as small carriers and individual truck drivers are particularly vulnerable to the ZEFZ policy. This implies that supportive measures should be designed to protect such a group of stakeholders.

Table ES-1 | Comparisons of emission reduction, cost burdens, and ICE trucks affected across the four scenarios

	CONSERVATIVE SCENARIO	LDT BAN SCENARIO	HDT BAN SCENARIO	AREA EXPANSION SCENARIO
				
ICE trucks on roads affected (10,000/day)	0.412–1.20	0.417–1.17	0.58–1.35	14.93–26.03
Pollutant emission reduction (t)	592–1,726	1,199–3,365	1,683–3,900	22,668–40,795
Carbon emission reduction (10,000 t)	7–21	14–40	21–47	270–486
Public and private expenditure needed to bridge TCO gaps (100 million CNY)	0.98–2.88	1–2.8	12.34–15.4	35.84–62.48
Public and private expenditure needed to bridge purchase cost gaps (100 million CNY)	4.41–12.96	4.5–12.6	13.68–22.8	161.28–281.16

Notes: The highlighted scenario is the one recommended by this study. ICE = internal combustion engine. LDT = light-duty truck. HDT = heavy-duty truck. t = tonnes. TCO = total cost of ownership. CNY = Chinese yuan.

Source: Authors' calculations.

Table ES-2 | Comparison of abatement costs and number of trucks affected per unit of emission reduction across scenarios

		CONSERVATIVE SCENARIO		LDT BAN SCENARIO		HDT BAN SCENARIO		AREA EXPANSION SCENARIO	
Abatement costs per unit of emission reduction	Abatement cost per unit pollutant emission reduction (bridging TCO gaps) (10,000 CNY/t)	16.6	16.7	8.3	8.3	73.3	39.5	15.8	15.3
	Abatement cost per unit carbon emission reduction (bridging TCO gaps) (10,000 CNY/t)	0.14	0.14	0.07	0.07	0.59	0.33	0.13	0.13
	Abatement cost per unit pollutant emission reduction (bridging purchase cost gaps) (10,000 CNY/t)	74.49	75.09	3753	3744	81.28	58.46	71.15	68.92
	Abatement cost per unit carbon emission reduction (bridging purchase cost gaps) (10,000 CNY/t)	0.63	0.62	0.32	0.32	0.65	0.49	0.60	0.58
Number of ICE trucks affected per unit of emission reduction	ICE trucks affected per unit of pollutant emission reduction (number of vehicles/t)	6.96	6.95	3.48	3.48	3.45	3.46	6.59	6.38
	ICE trucks affected per unit of carbon emission reduction (number of vehicles/t)	588.6	571.4	2979	292.5	276.2	2872	553.0	535.6

Notes: LDT = light-duty truck. HDT = heavy-duty truck. TCO = total cost of ownership. CNY = Chinese yuan. t = tonnes. ICE = internal combustion engine.

Source: Authors' calculations based on Table ES-1.

Table ES-3 | **Fourteen risks associated with the LDT ban scenario**

STAKEHOLDERS	NO.	RISKS	RISK LEVELS		WEIGHTS
Customers and end users	1	Supply of goods and services to national governments, enterprises, institutions, hospitals, schools, and more would be affected, risking supply shortage.	0.28	Low	0.05
	2	Urban residents would have the risk of supply shortage or increased consumer prices.	0.42	Medium	0.07
Shippers and receivers (such as retailer stores)	3	Large shippers and receivers would be affected by increased logistic costs and diminished profits.	0.35	Low	0.06
	4	Small shippers and receivers would be affected by increased logistic costs and diminished profits.	0.42	Medium	0.06
Carriers, LSPs, and individual truck drivers	5	Large carriers would face high costs and diminished profits and possibly resist the policy rollout.	0.31	Low	0.05
	6	Small carriers would face high costs and diminished profits and possibly resist the policy rollout.	0.43	Medium	0.06
	7	Large carriers would have the risk of shortage in charging/hydrogen refueling facilities and untimely delivery of ZETs by original equipment manufacturers.	0.29	Low	0.05
	8	Small carriers would have the risk of shortage in charging/hydrogen refueling facilities and untimely delivery of ZETs by original equipment manufacturers.	0.38	Medium	0.07
	9	Large carriers would continue using ICE trucks for shipments, increasing infringements of the policy.	0.33	Low	0.07
	10	Small carriers would continue using ICE trucks (or even passenger cars) for shipments, increasing infringements of the policy.	0.44	Medium	0.07
	11	For large carriers, the ZETs switched as a result of the ZEFZ policy do not have the permit to enter the Fifth Ring Road in the daytime. This will lead to the loss of business opportunities and competitiveness.	0.56	Medium	0.09
	12	For small carriers, the ZETs switched as a result of the ZEFZ policy do not have the permit to enter the Fifth Ring Road in the daytime. This will lead to the loss of business opportunities and competitiveness.	0.61	Medium	0.10
Commuters	13	Because more ZETs are needed to replace one ICE truck, the total number of vehicles on the road will increase, thereby aggravating traffic congestion.	0.31	Low	0.10
Utilities	14	Large deployment of ZETs over short periods will stress the grid and require large grid augmentation investments.	0.38	Low	0.10

Notes: Based on Guidance for Risk Assessment for Major Policy Decisions in Beijing (2012), risks are classified into three groups: low risks (scores between 0–0.36), medium risks (scores between 0.36–0.64), and high risks (scores between 0.64–1). LDT = light-duty truck. LSP = logistic service provider. ZET = zero emission truck. ICE = internal combustion engine. ZEFZ = zero emission freight zone.

Source: Summary of expert grading conducted by this study.

To mitigate the risks of the proposed ZEFZ scheme, it is necessary to carefully design the ZEFZ policy, develop supportive measures, and create enabling mechanisms.

First, although Beijing has the legal ground to introduce the ZEFZ policy—both the National Traffic Safety Law and Beijing Air Pollution Control Regulations allow city governments to regulate

truck traffic in some areas within the city—relevant departments in Beijing still need to carefully design the ZEFZ policy to improve its acceptance and effectiveness, including the following steps:

- **Setting up an appropriate phase-in period:** A phase-in period of at least six months is essential to ease public objection and ensure optimal preparedness of carriers, LSPs,

charging point operators, and utilities. Further, during the phase-in period, government departments could also require public procurement of ZETs, pilot ZETs for urban delivery in high-end commercial districts, and enhance public outreach and communication (particularly targeting small enterprises).

- **Enhancing enforcement of the scheme:** Although Beijing has good coverage of automatic number-plate recognition (ANPR) cameras within the Second Ring Road, it is still necessary to install ANPR cameras for residential neighborhoods and commercial complexes located along the Second Ring Road, to avoid infringement through neighborhood streets or back alleys. Further, penalties should also be established and enforced for both local and nonlocal vehicles.

Second, to develop supportive measures, government departments in Beijing should take the following steps:

- **Optimize the current privileged access policy:** It is imperative to increase the number of permits for trucks to enter the Fifth Ring Road during the daytime. Additional permits should be distributed to ZETs switched due to the implementation of the ZEFZ policy so that these vehicles can enter the Fifth Ring Road (and hence can serve the Second Ring Road).
- **Provide economic incentives:** It is still necessary to bridge the remaining TCO (or purchase cost) gaps between ICE trucks and ZETs. For electric trucks, the recommendation is to provide scrappage subsidies or operational subsidies that help small carriers buy a ZET. For hydrogen electric trucks (particularly temperature-controlled trucks), both city- and district-level purchase and operation subsidies are necessary to bridge the TCO gaps. Therefore, Beijing's city-level subsidies for Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle Demonstration City Cluster should be maintained, and more city districts could join the demonstration program to offer district-level subsidies.
- **Improve infrastructure coverage:** This includes investing in grid capacity expansion in key areas for truck charging, such as parking spaces and docking areas within the Second Ring Road, as well as major logistic centers outside the

Second Ring Road. Further, the city should also increase the numbers of parking spaces and docking bays for trucks (or even ZET parking spaces or docking bays) at major commercial complexes within the Second Ring Road.

Third, to establish institutionally enabling mechanisms, Beijing should take the following steps:

- **Form cross-departmental coordination mechanisms** to facilitate collaboration among government departments, including transport, environment, traffic police, commerce, finance, urban management, and other departments, that are relevant to the development of the ZEFZ policy.
- **After implementation of the policy, regular ex post evaluation** should be performed by transport, environment, and traffic police departments. The results of the evaluation should be used to inform future adjustments of the ZEFZ policy to cover more geographical areas and vehicle segments.

The risk mitigation measures that aim to tackle the eight medium-level risks should be prioritized, including the following:

- **Optimizing the current privileged access policy**, to ensure ZETs switched as a result of the ZEFZ policy have the permit to enter the Fifth Ring Road in the daytime.
- **Setting up an appropriate phase-in period and enhancing enforcement of the ZEFZ scheme** to avoid infringement of small carriers.
- **Providing economic incentives to small carriers and investing in grid capacity expansion** in key areas for truck charging, to ensure the timely deployment of ZETs.

Notably, it is possible for the ZEFZ to cover different geographical locations (particularly city subcenters) and vehicle segments (dump trucks). Due to data limitations, this study does not consider the above options. But the Beijing government should consider more options for ZEFZ implementation.



第一章

背景

实现本地货车的深度减排，对城市实现应对气候变化和大气污染治理目标至关重要。以北京市为例，根据《北京市“十四五”时期生态环境保护规划》（京政发〔2021〕35号）（北京市人民政府，2021），北京市计划在“十四五”时期实现二氧化碳排放总量达峰后“稳中有降，较峰值下降10%以上（不含航空客货运输碳排放）”，“主要污染物排放总量持续减少”。基于北京交通发展研究院对北京市2021年监测数据（以下简称“监测数据”）的统计分析，北京市每天约有32万辆货车在路上行驶，受限制外地车辆进京政策影响，约88%的行驶车辆为本地注册货车。这些本地注册货车已成为北京市污染物排放与二氧化碳排放（简称“碳排放”）的重要来源。污染物排放方面，在机动车尾气排放中，货车分别贡献了61%、36%和35%的NO_x、CO和PM_{2.5}排放（北京市生态环境局2021）。碳排放方面，根据北京交通发展研究院测算，2021年北京市交通领域直接与间接碳排放约占全市直接与间接碳排放（含能源活动与工业过程碳排放）的1/3。道路交通是交通领域的主要碳排放源，其排放约占交通领域碳排放的51%。其中，本地注册货车为道路交通第二大排放源，在道路交通碳排放中占比约22%，仅次于社会小客车（62%）。

新能源货车推广是有效减少货车排放的重要手段。特别是根据世界资源研究所的分析（薛露露等，2023），在诸多新能源货车推广政策中，新能源货车优先路权政策正成为推动运输企业购置或换购新能源货车的重要措施。新能源货车优先路权政策有不同形式（见表1）。其中，近零排放货运区政策是对燃

油货车限行力度最大、对新能源货车路权优先程度最高的新能源货车优先路权政策。该政策要求，指定区域内（通常为城市核心区）允许所有新能源货车全天24小时自由进出，而限制所有（或部分）燃油货车全天驶入，或者需要支付一定费用才能驶入（Sandra Wappelhorst等，2022）。虽然近零排放区限行的燃油车型涉及货车、公交车、私家车等，但限行燃油货车的近零排放区数量最多：本研究基于文献汇总识别的全球11个已出台、宣布或计划出台近零排放区的城市，都限制燃油货车通行，只有3个城市（包括阿姆斯特丹、奥斯陆与伦敦）的近零排放区在限制燃油货车的基础上，也限制了燃油公交车与燃油私家车通行（深圳市公安局交通警察局，2018、2022b；东莞市公安局，2021；杭州西湖风景名胜区管委会，2023；City of London，2019；Oxford City Council，日期不详；Los Angeles Cleantech Incubator，日期不详；The City of Los Angeles，2023；City of Rotterdam，2020；City of Amsterdam，日期不详；City of Oslo，2023）。

中国城市一向重视通过优先路权政策激励新能源货车推广。例如，深圳允许所有新能源货车全天24小时自由进出城市中心区。北京和成都允许拥有日间通行证的新能源货车全天（除早晚高峰期间）进出城市中心区。随着城市场景下新能源货车成本与技术的改善，中国城市仍需要通过近零排放货运区政策，进一步扩大新能源货车优先路权范围，限制燃油货车路权，激励更多企业将燃油货车置换为新能源货车。

表 1 | 新能源货车优先路权政策的不同形式

	新能源货车优先通行政策	新能源货车优先路权政策		近零排放货运区政策
新能源货车优先路权	获得日间通行证的新能源货车全天(除早晚高峰期间)可进出城市中心区,其他无证新能源货车只能夜间进出城市中心区	所有新能源货车全天24小时自由进出城市中心区		所有新能源货车全天24小时自由进出城市中心区
燃油货车限制路权	只能夜间进出城市中心区	根据货车车型在全市道路全天、白天、早晚高峰时段限制出行	只能夜间进出城市中心区	全天24小时限制进出城市中心区
案例	北京、成都	深圳	X	深圳、佛山、东莞、杭州
潜在效果	受日间通行证数量影响,新能源货车推广激励效果有上限	对燃油货车的路权限制有限,不足以激励更多车主将燃油货车置换为新能源货车		新能源货车推广激励效果最大,但存在物资保供、企业成本等挑战

说明:“X”表示没有该类型的城市案例。

来源:作者根据北京市交通委员会(2017)、成都市公安局等(2022)、深圳市公安局交通警察局(2022a、2023)、东莞市公安局(2021)、杭州西湖风景名胜区管委会(2023)、深圳市公安局交通警察局(2022b)的相关研究总结。

本研究以北京为例,分析近零排放货运区政策设计中的重要因素。目前,北京市交通委员会等(2019)通过出台《北京市新能源物流配送车辆优先通行工作实施方案》,要求“到2020年第四季度,除冷链运输车辆外,日间通行五环以内道路的4.5吨以下轻型普通货车中”,纯电动货车比例达到90%。由于北京市对五环内白天通行的货车数量

进行控制,只有少量持通行证的货车才能日间进五环(见专栏一),所以该政策对北京市新能源货车推广起到较大激励作用:自2021年第四季度以来,五环内持通行证车辆中4.5吨以下轻型普通货车已实现100%为纯电动货车。考虑到为缓解城市拥堵,日间进五环通行证数量近期不可能增加,因而,日间进五环货车通行证对新能源(轻微型)货

表 2 | 北京市“十四五”规划相关政策文件

政策文件	政策出台时间	2025年目标
《北京市国民经济和社会发展的第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》	2021年1月	推动存量燃油汽车更新为新能源汽车,到2025年,全市新能源汽车累计保有量力争达到200万辆 推动公交(通勤)、环卫、出租、渣土以及市内邮政、快递、旅游等车辆基本实现纯电动或氢燃料电池汽车替代
《北京市“十四五”时期能源发展规划》	2022年4月	全市汽柴油消费总量较峰值下降20% 推动建设京津冀燃料电池汽车货运示范专线。氢燃料电池牵引车和载货车替换约4400辆燃油车
《北京市“十四五”时期生态环境保护规划》	2021年12月	推进货运行业车辆逐步新能源化,鼓励新增或更新的货运行业车辆为纯电动或氢燃料电池汽车,逐步推动进入五环路内的轻型货车为纯电动或氢燃料电池汽车
《北京市“十四五”时期交通发展建设规划》	2022年5月	办理货车通行证的4.5吨以下物流配送车辆(不含危险品运输车辆、冷链运输车辆)100%为新能源汽车 落实外埠进京车辆禁限行和国三柴油货车全市域禁行措施,实施新能源物流配送车辆优先通行政策,并适时研究新的通行管理措施
《首都功能核心区控制性详细规划(街区层面)(2018年—2035年)》	2020年8月	分阶段实施禁鸣区、低排放区、超低排放区、零排放区措施

来源:作者根据北京市人民政府(2021a、2022b、2021b、2022a)、北京市规划和自然资源委员会(2020)相关文件总结。

车推广的激励作用已接近饱和，有必要考虑进一步优化通行管理措施。事实上，《北京市“十四五”时期交通发展规划》提出，实施新能源物流配送车辆优先通行政策，并适时研究新的通行管理措施。《首都功能核心区控制性详细规划（街区层面）（2018年—2035年）》也提出为“削减移动源污染，要分阶段在核心区实施禁鸣区、低排放区、超低排放区、零排放区措施”。北京市“十四五”规划相关政策文件见表2。

然而，近零排放货运区政策设计需要统筹多方面问题。城市货运是保障城市物资需求、支撑城市经济正常运转的重要基础。所以，如何通过近零排放货运区政策推广新能源货车、降低污染物与碳排放，同时保障城市日常物资需求，确保各类运输企业（特别是小微企业与个体户）的生存发展，减少对政府财政资金的过度依赖，是城市设计近零排放货运区政策时亟须解决的议题：

在物资保供方面，根据北京交通发展研究院测算，2019年底，北京市年度货运总量为3.7亿吨。其中，公路货运量为3.1亿吨，占比达84%，是北京市最主要的货物运输方式。现阶段，新能源货车技术未必能满足所有场景的运营要求，或无法实现全面的新能源替代。如果没有合理设计零排放区政策或缺乏有效配套措施，大规模推广新能源货车可能会影响城市内物资的日常供应。

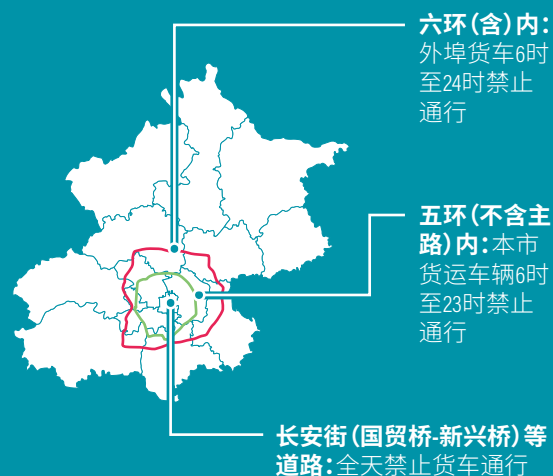
在降低物流成本、确保企业生存发展方面，目前城市货运行业准入门槛低，整体呈现出城市运输企业小、散、乱的特征。根据北京交通发展研究院统计，2021年底，北京市超过88%的运输企业（个体户）拥有的车辆数在5辆以下。这些企业对货车各项成本的敏感性都很高。如果通过路权政策“一刀切”地推广新能源货车，可能会直接影响这些企业的业务量与盈利水平，或者面临成本转嫁到下游用户的问题，间接影响全社会居民消费价格水平。

在政府财政负担方面，零排放区政策一般需要财政激励作为配套措施。但国家新能源汽车购置补贴已退出，而北京市目前也较少依赖政府补贴政策推广新能源货车。例如，北京市尚无针对纯电动货车的经济激励，仅有基于“北京市燃料电池汽车示范应用项目”的氢燃料电池货车补贴（财政部等，2020；北京市经济和信息化局，2022）。如果未合理设计零排放区政策（包括实施区域、实施时间以及各类配套措施），有可能加剧政府财政负担。

专栏1 | 北京市货车限行政策说明

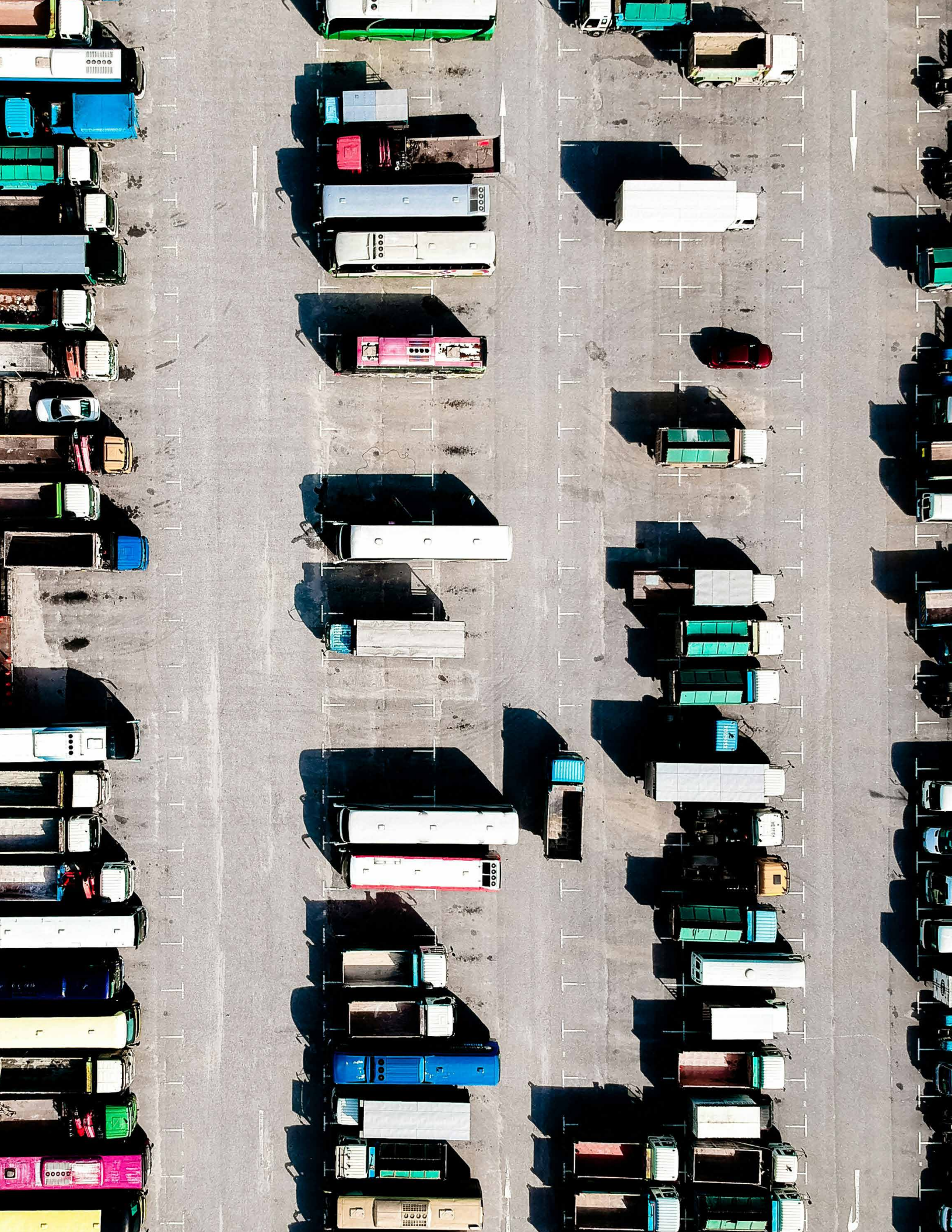
基于预防交通拥堵和保障日间物资运输需求的双重考虑，北京市的货车通行证管理非常严格。1984年11月，北京市政府发布了《关于搞好首都交通秩序的紧急通知》（北京市人民政府，1984），严格控制日间运输，鼓励夜间运输。自此，30余年来，北京市一直沿用夜间配送为主，辅助以允许少量货车日间通行的通行证政策。运输企业需要向相应的归口管理部门按季度申请日间通行证。根据北京交通发展研究院统计，目前，北京市五环内日间通行证数量少，仅为北京市每天本地通行货车数量的5%~10%。北京市货车通行政策现状见专栏图1。

专栏图1 | 北京市货车通行政策现状



目前，北京市本地货车进入五环以内道路的限行措施包括：

- 对未持日间进五环货车通行证车辆（简称“非持证货车”），6—23时禁止通行五环（不含）以内道路。
- 对持证的燃油货车，除7时至10时、16时至—20时外，均可通行五环（不含）以内道路，且不受尾号限行政策限制。
- 对持证的新能源货车，其允许通行的时间比燃油车增加了2小时，除7时至—9时和16时至—19时外，均可通行五环路（不含）以内未设置货车禁行标志的道路。



第二章

研究边界与方法

2.1 研究边界

(1) 近零排放货运区类型

本研究基于Steimer (2022) 的研究, 将近零排放区划分成四类, 包括(强制性)零排放卸货区、(强制性)近零排放街道、强制性近零排放区域与自愿性近零排放区域⁴。

本文侧重于强制性近零排放货运区域, 因为: 首先, 根据统计, 截至2023年底, 国内外11个已实施、宣

布或计划实施近零排放(货运)区政策的城市(见图1), 涉及26个近零排放(货运)区。其中, 设置强制性近零排放区域的城市数量最多, 有7个, 涉及22个近零排放(货运)区。这可能是因为对比零排放卸货区、近零排放街道或自愿性近零排放区, 强制性近零排放区域影响面广、效果更显著(Steimer, 2022)。此外, 北京市现行的货车限行政策(如六环内低排放区)均为强制性区域政策(北京市交通委员会等, 2017), 因而, 若北京市出台近零排放货运区政策, 很可能也是强制性区域政策。

图 1 | 已经实施、宣布或计划实施近零排放(货运)区政策的城市与类型统计

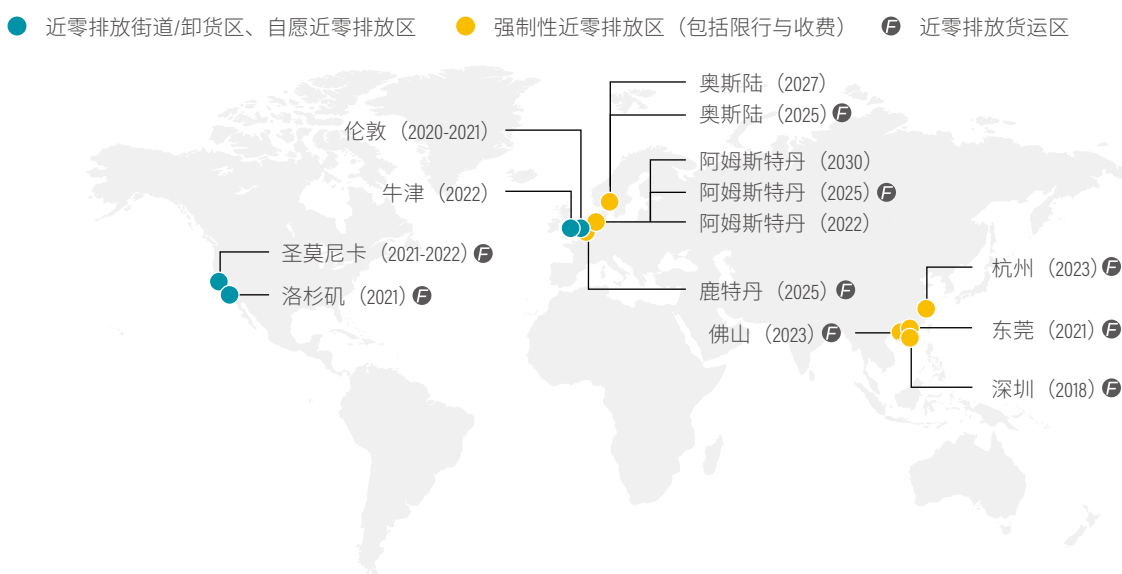


图 1 | 已经实施、宣布或计划实施近零排放(货运)区政策的城市与类型统计(续)

	近零排放卸货区/停车位	近零排放街道	近零排放区域
强制性近零排放区域	· 美国洛杉矶 (1)	· 英国牛津 (1) · 英国伦敦 (1)	· 荷兰阿姆斯特丹 (1) · 荷兰鹿特丹 (1) · 挪威奥斯陆 (1) · 中国深圳 (10) · 中国东莞 (4) · 中国佛山 (4) · 中国杭州 (1)
自愿性近零排放区域	X	X	· 美国圣莫尼卡 (1)

说明：“X”表示该类型没有相应的城市案例。括号内数字为该城市近零排放货运区的数量。

来源：作者根据深圳市公安局交通警察局（2018、2022b）、东莞市公安局（2021）、杭州西湖风景名胜区管委会（2023）、City of London（2019）、Oxford City Council（日期不详）、Los Angeles Cleantech Incubator（日期不详）、The City of Los Angeles（2023）、City of Rotterdam（2020）、City of Amsterdam（日期不详）和 City of Oslo（2023）相关文件总结。

(2) 货车车型对象

在货车车型方面，本文主要研究北京市从事货物（除危险货物外）运输的本地货车。首先，选择本地货车的原因在于：根据《关于对外省区市机动车采取交通管理措施的通告》（京交绿通发〔2021〕4号）（北京市交通委员会，2021a）要求，北京市对外地货车进京进行限制。基于监测数据的统计分析，约88%的北京市日通行货车为本地货车。根据《北京市统计年鉴》（北京市统计局和国家统计局北京调查总队，2022），截至2021年底，本地注册的货车保有量为54.78万辆，包括45.36万辆轻微型货车（总设计质量4.5吨以下，不含4.5吨）、9.42万辆中重型货车（总设计质量4.5吨以上，含4.5吨）。

其次，在本地货车中，本文主要考虑从事货物（危险货物除外）运输的货车。按照《道路交通安全法 机动车类型》（GA 802—2019）（公安部交通管理科学研究所，2019）基于车辆使用性质对机动车的分类，货车分成从事货物（除危险货物外）运输的货车与从事驾驶员培训（教练）、危化品运输、警用、消防、工程救险的机动车。考虑到突发事件应急运输的必要性、无较成熟替代的新能源车型、车辆保有量少等因素，非货物运输性质的货车以及危险品运输货车（如罐车）不在本文研究范围内，即划分至近零排放货运区豁免车型范畴。

在新能源货车技术边界方面，根据北京市科学技术委员会、原北京市经济和信息化委员会等2018年发布的《北京市推广应用新能源汽车管理办法》（京科发〔2018〕25号）（北京市科学技术委员会等，2018）要求，北京市新能源汽车推广措施（包括新能源汽车优先路权政策）主要针对纯电动汽车和燃料电池汽车的应用，不含插电混合动力

汽车或生物柴油汽车。所以，本文分析的新能源货车只涉及纯电动汽车与燃料电池汽车。

2.2 研究方法

本文旨在研究如何制定北京市近零排放货运区政策，在确保减少城市交通污染物和二氧化碳排放的同时，避免强制性的近零排放货运区政策产生的负面影响，包括对城市物资运输与燃油车辆置换的影响（极端情况可能导致物流供应链中断）、对运输企业或政府成本负担的影响。

本文研究框架如图2所示。具体方法与数据来源说明如下：

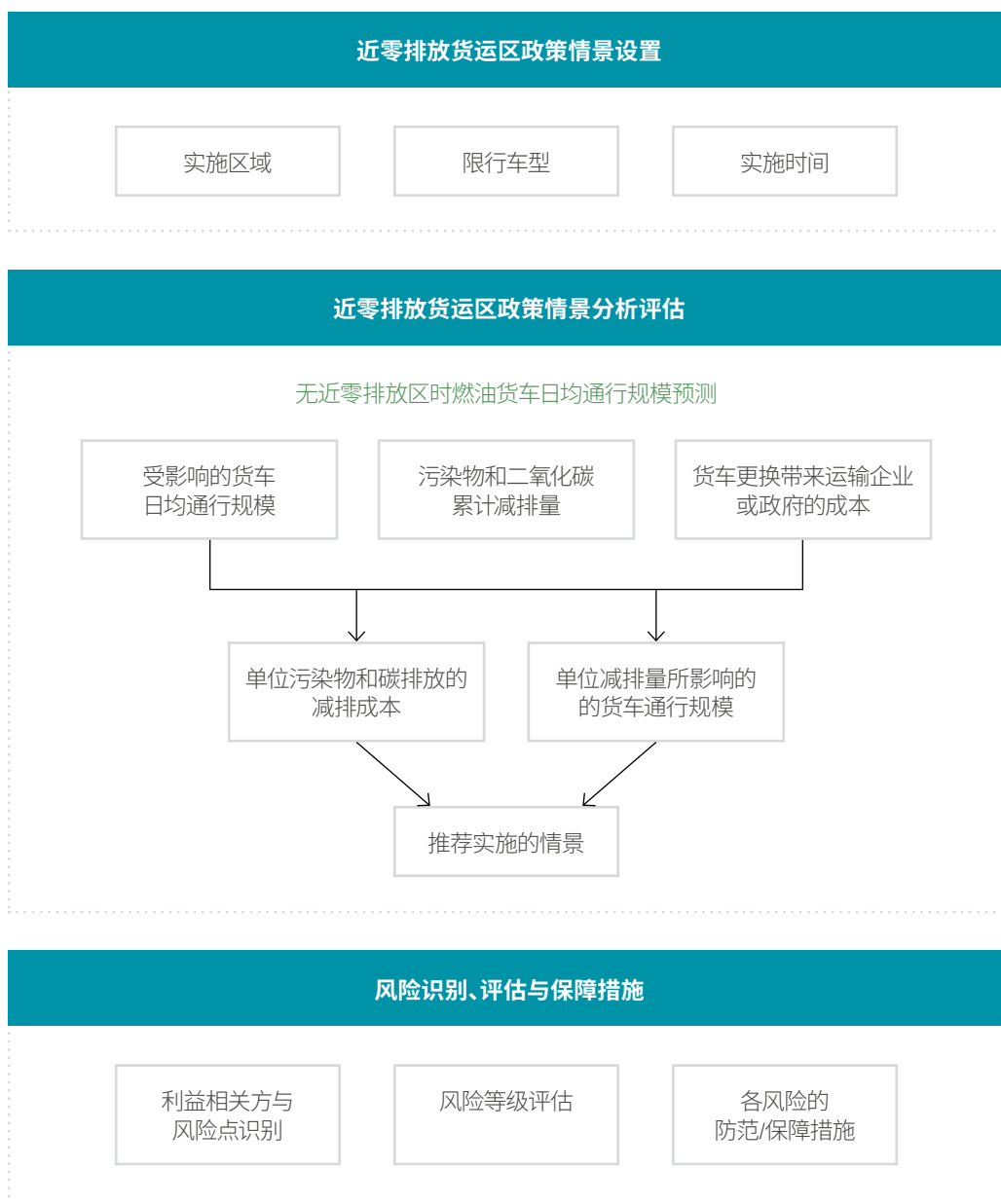
(1) 搭建近零排放货运区政策情景

近零排放货运区政策的实施区域、限行对象与实施时间选择等具有不确定性，所以，近零排放货运区政策存在多种实施可能。为此，本文基于国内外近零排放货运区案例、北京市相关政策文件与其他类型文献梳理，结合北京市统计数据与大样本数据分析（方法与数据来源见表3说明），搭建起近零排放货运区的不同政策情景，用于定量分析其对运输企业日常经营、居民民生保供、污染物与碳排放量的潜在影响。

其中，国内外近零排放货运区案例分析与大样本数据分析是本文重要基础，其详细方法说明如下：

- 国内外近零排放货运区案例分析：目的是梳理近零排放货运区政策实施区域划定的原则、限行的主要

图 2 | 近零排放货运区政策分析框架



来源：作者总结与绘制。

表 3 | 近零排放货运区政策情景设置研究方法 with 数据来源说明

	国内外近零排放货运区案例分析	北京市相关政策文件分析	统计数据或大样本数据分析	文献梳理
实施区域选择与评估	总结分析实施区域划定原则	对近零排放货运区潜在实施区域进行识别，包括政策规划与数据分析	<p>为评估潜在实施区域的实施效果，本文采用：</p> <ul style="list-style-type: none"> · 现有统计数据，分析不同实施区域的常住人口、面积、人口密度、交通拥堵情况等 · 北京交通发展研究院基于北京市路网车辆速度监测、货车车队结构和排放因子搭建的路网级动态交通污染物和二氧化碳排放模型（刘莹等，2018），分析2021年不同实施区域内移动源污染物（包括CO、HC、NO_x、PM_{2.5}）的排放情况，评估实施区域的潜在减排效果 <p>为评估潜在实施区域的实施难度，本文采用：</p> <ul style="list-style-type: none"> · 根据货车保有量与货运需求量，计算出2021年各类货车在不同实施区域的日均通行规模，分析实施区域内受到潜在影响的货车与运输企业数量。 	
限行车型选择	识别目前国内外近零排放货运区主要限行/豁免的燃油货车车型		<p>为选择限行车型，本文基于：</p> <ul style="list-style-type: none"> · 世界资源研究所识别目前北京市货车的主要使用场景 · 根据货车保有量与货运需求量，计算实施区域内拟限行货车2021年日均通行规模（或保有量），分析潜在限行难度。 	<p>为选择限行车型，本文基于：</p> <ul style="list-style-type: none"> · 现有文献，分析针对拟限行车型及其使用场景，新能源货车的技术水平与总拥有成本（Total cost of ownership, TCO）能否满足应用场景的需要，分析其潜在限行难度
实施时间选择	识别目前国内外近零排放货运区政策主要实施时间	为选择政策实施时间，本文基于： · 北京市“十四五”生态环境保护与新能源汽车发展目标，识别潜在实施时间		为选择政策实施时间，本文基于： · 现有文献对北京市货车总拥有成本的测算，分析限行车型的新能源货车是否会在政策实施时间，实现与燃油货车的TCO平价。

说明：此处总拥有成本为货车第一手车辆的总拥有成本，包括车辆购置成本、使用年限内运维成本。
来源：作者对近零排放货运区政策情景设置研究方法 with 数据来源的总结。

燃油货车车型与实施时间（此外，案例分析也为近零排放货运区政策的风险规避措施提供借鉴）。为此，考虑到强制性近零排放货运区政策对北京市更适用，本文从截至2023年已实施、宣布或计划实施近零排放区政策的11个国内外城市中，选取7个已实施、宣布或计划实施强制性近零排放区的城市（包括荷兰鹿特丹、荷兰阿姆斯特丹、挪威奥斯陆，以及中国的深圳、东莞、佛山与杭州）进行案例分析。案例分析基于7个城市的近零排放区政策文件、可行性研究报告与进展报告等，统计这些城市近零排放货运区政策的实施范围及原则、限行车型与实施时间，找寻规律。

- 大样本数据分析：目的是识别限行车型，并评估实施区域潜在实施效果（如减少空气污染）与实施难度（如对企业收货的影响）。为此，本文主要采用北京交通发展研究院根据北京市路网车辆速度监测、货车车队结构与本地化污染物排放因子搭建的路网级动态交通污染物和二氧化碳排放模型（刘莹等，2018），分析2021年不同实施区域内，移动源污染物（包括CO、HC、NO_x、PM_{2.5}）排放情况，评估实施区域的潜在污染物减排效果。本文还采用了监测数据，选择2022年6月18日（即货运量较大的一天）的运行数据，识别北京市货车的主要停留点、总停留次数与单位面积停留次数，分析实施区域受潜在影响的收发货企业数量。其中，本文将货车在某地停留时间超过45分钟计为停留1次⁵；北京市市域每1千米×1千米网格记为一个停留点。

为遵守数据安全规定，世界资源研究所作者仅负责根据工作需要设定数据分析指标（如分环路空气污染物排放强度、停留点统计），北京交通发展研究院作者负责对原始数据进行处理并分享分析后的结果。

(2) 针对各情景近零排放区政策潜在影响的评估

不同近零排放货运区政策情景对进出区域运输企业日常经营、居民民生保供、污染物与碳排放量等的影响不同。考虑到数据可得性，本文主要针对如下三个指标进行定量分析，即近零排放货运区政策实施后对减少城市交通污染物与二氧化碳排放的作用，对城市物资保供与通行货车的影响，以及对运输企业或政府运行成本的影响。

- 近零排放货运区政策实施后对城市物资保供与通行货车的影响

实施近零排放货运区政策应确保城市物资供应不中断，因此，需要识别其对区域内物资保供与通行的燃油货车替换为新能源货车的影响。本文采用区域内货车日均通行

规模指标，即近零排放区内道路上日均通行的货车数量，反映区域内需要按时替换的燃油货车规模，从而保障物资供应的顺畅。与货车保有量不同，区域内货车日均通行规模可与物资供应量挂钩（见4.1节第一点“基于公路货运需求量的预测方法”）。

未来，在近零排放货运区政策影响下，燃油货车日均通行规模将通过以下方式计算得出，首先预测无近零排放区情景下区域内所有货车的日均通行规模，然后从中减去新能源货车的日均通行规模预测值（见公式-1）。其中，所有货车的日均通行规模可通过基于公路货运需求量和基于货车保有量两种预测方法综合得到；而新能源货车日均通行规模可基于监测数据得到现状通行规模，结合全市新能源货车保有量增长趋势预测得到未来通行规模。具体方法见第4.1节。

值得注意的是，近零排放货运区政策实施后可能产生“溢出”效应，例如，近零排放区政策的实施可能激励区域外的燃油货车替换为新能源货车。由于无法定量估算近零排放区政策对区域外通行车辆的影响，本文不考虑这些“溢出”效应，尽管这可能低估近零排放货运区政策实施后的环境效益。

$$N = \sum_k(N_k) = \sum_k(NT_k - NE_k) \quad (\text{公式-1})$$

其中：

N 为受影响的燃油货车日均通行规模（辆）； N_k 为受影响的货车车型 k 中，燃油货车的日均通行量（辆）； k 为车辆类型，取轻微型货车、中重型货车2类； NT_k 为政策实施区域内，在无近零排放区情况下特定车型中所有货车的日均通行规模（辆）； NE_k 为政策实施区域内，在无近零排放区情况下特定车型中的新能源货车日均通行规模（辆）。

- 近零排放货运区政策对减少城市污染物和二氧化碳排放的效果

针对近零排放货运区政策的减污降碳效果，本文采用从近零排放货运区政策实施日期到2025年底，进出区域的日均通行燃油货车全部替换成新能源货车后，相对无近零排放区情景，空气污染物（含NO_x、CO、HC、PM_{2.5}四类污染物）和二氧化碳的累计减排量作为指标，进行计算。

在核算边界方面，空气污染物和二氧化碳排放核算边界为“油箱到车轮（Tank-to-wheel）”排放，即燃料燃烧阶段产生的排放，不含上游发电与制氢环节的排放。另外，空气污染物排放只含尾气排放，不含蒸发排放。

在核算方法方面，四种空气污染物及二氧化碳的累计减排量计算方法见公式-2：

$$ER_i = \sum_k (N_k \times D_k \times EF_{k,i} \times 365 \times T) \times 10^{-6} \quad (\text{公式-2})$$

其中：

ER_i 为排放物 i 的累计减排量(吨)； i 为排放物类型，取 NO_x 、 CO 、 HC 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、 CO_2 ； k 为车辆类型，取轻微型货车、中重型货车2类； T 为政策实施时长，即从政策实施当年到2025年底的时长(年)； N_k 为受影响的货车车型 k 中，燃油货车的日均通行量(辆)； D_k 为车辆活动水平，即车辆类型为 k 的车辆在北京市内的日行驶里程(千米/日)； $EF_{k,i}$ 为车辆排放因子，即车辆类型为 k 排放物 i 的排放因子(克/千米)。

其数据来源说明如下：受近零排放货运区政策影响的燃油货车日均通行规模与前后文分析一致(见公式-1与第4.1节)。货车日行驶里程基于监测数据分析，其分析结果表明：2021年，北京市轻微型燃油货车日行驶里程为145千米，中重型燃油货车日行驶里程为115千米；本文假设新能源货车日行驶里程与燃油货车一致。货车污染物排放因子来自《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》(原环境保护部，2014)，碳排放因子来自《北京氢燃料电池汽车碳减排方法学(试行)》(北京市生态环境局，2022)中给出的2023年度基准线碳排放因子。

■ 近零排放货运区政策对运输企业或政府运行成本的影响

由于部分新能源货车的成本仍高于燃油货车，强制实施近零排放货运区政策可能会增加运输企业或地方政府的成本负担。本文主要以填补新能源货车与燃油货车总拥有成本差价或购置成本差价为目标，分析近零排放货运区政

策实施当年，实施区域内所有限行车型对应的燃油货车替换为新能源货车的成本(公式-3)。这部分成本可能部分或全部由企业承担，也可能由政府承担。

$$C = \sum_k C_k \times N_k \times R_k \quad (\text{公式-3})$$

其中：

C_k 为1辆燃油货车替换为1辆新能源货车的成本差价(万元)，可取购置成本差价、全生命周期成本差价2种，见表4； k 为车辆类型，取轻微型货车、中重型货车2类； N_k 为受影响的货车车型 k 中，燃油货车的日均通行量(辆)； R_k 为新能源货车对燃油货车的替换率，即替换一辆燃油货车所需新能源货车的数量。

其数据来源说明如下：受近零排放货运区政策影响的燃油货车日均通行规模与前后文分析一致(见公式-1与第4.1节)。受新能源货车续航里程不足、载货质量损失等因素影响，新能源货车在一些场景下无法完全满足运输企业的需求，无法实现与燃油货车的1:1替代，相对燃油货车仍存在运力折损，即替换一辆燃油货车需要多辆新能源货车(薛露露等，2023)。根据本研究对65家北京市运输企业(包括52家运营轻微型货车的企业、13家运营中重型货车的企业)的调研结果，轻微型新能源货车与燃油货车的平均替换率约为1.20；中重型新能源货车与燃油货车的平均替换率约为1.67。新能源货车与燃油货车的单车总拥有成本差价与购置价格差价来自薛露露等(2023)对2022年北京市新能源货车与燃油货车TCO与购置价格差异的测算(见表4)。为简化计算，本文假设2024—2025年(近零排放货运区政策实施时间)，新能源货车与燃油货车的TCO与购置成本差价仍与2022年水平相当，这一假设可能高估运输企业或政府在近零排放货运区政策实施时面临的车辆更换成本。

表 4 | 新能源货车与燃油货车的成本差价

a. 新能源货车与燃油货车TCO差价(单位:万元)

	轻微型货车	中重型货车
纯电动货车	2	10
氢燃料电池货车	5	42

b. 新能源货车与燃油货车购置价格差价(单位:万元)

	轻微型货车	中重型货车
纯电动货车	9	45
氢燃料电池货车	18.5	34

说明：· 总拥有成本含购置价格、运营成本与维修成本。具体参数设置见薛露露等(2023)的研究。

· 购置价格包括车价与购置税，数据来自于薛露露等(2023)的研究成果。

· 轻微型货车的成本差价为轻型普通货车和冷藏货车成本差价的平均值；中重型货车成本差价为49吨半挂牵引货车的成本差价。数据来自于薛露露等(2023)的研究成果。

· 京津冀燃料电池汽车示范城市群有国家级、北京市级、区级三级补贴。但考虑到目前北京市区级补贴仅限大兴区，且无法确定进入二环的车辆中大兴区所属车辆占比情况，因此氢燃料电池货车的成本仅考虑国家级、北京市级两级补贴。

来源：作者基于薛露露等(2023)的研究成果计算得出。

(3) 近零排放区风险识别、评估与保障措施

为综合平衡不同近零排放区政策情景产生的减污降碳效果、对燃油车辆置换影响、对运输企业或政府成本的影响,本文采用两个指标——单位排放(碳排放或污染物排放)的减排成本、单位减排所影响的货车日均通行规模进行评估,识别出成本效益高、影响货车数量少的情景。在此基础上,结合实施可行性与未来扩展可能性,本文选择一个可行情景作为北京市近零排放货运区政策推荐实施方案。

针对该推荐实施方案,本研究基于国内外近零排放区案例分析、现有限行政策类比⁹,对两名物流领域专家进行访谈,识别受该方案影响的利益相关方,以及该方案存在的风险点和可能对各利益相关方产生的影响。在此基础上,本研究采用专家打分的办法,选择能够代表各利益相关方的9名专家,他们来自城市配送运输企业(大中型企业、小微企业各1名)、典型物资需求企业(大中型企业、小微企业各1名)、政府部门(1名)、电网企业(1名)、城市交通部门(1名)、新能源汽车生产企业(1名)和城市物流企业(1名),分别对实施近零排放货运区政策所面临的各个风险点的风险概率与风险影响程度进行打分,并根据公式-4,计算各风险点的风险等级,同时对各风险点的权重进行打分,并根据公式-5,得到近零排放区整个政策的综合风险等级。

各风险点的风险等级计算公式为:

$$\begin{aligned} & \text{每个风险点的风险等级} \\ & = \text{风险概率} \times \text{风险影响程度} \end{aligned} \quad (\text{公式-4})$$

其中:

风险概率为风险事件转化为成社会稳定风险事件的可能性,取值范围为[0,1]。本研究采用主观概率的方法,即基于5名专家(来自物流、货运等领域)的经验打分。

风险影响程度为风险因素的影响规模、影响时间、群众承受能力等综合情况的度量,取值范围为[0,1]。本研究采用主观概率的方法,即基于5名专家(来自物流、货运等领域)的经验打分。

近零排放货运区政策综合风险等级的计算公式为:

$$\begin{aligned} & \text{近零排放货运区政策综合风险等级} \\ & = \text{每个风险点的风险等级} \times \text{每个风险点的风险权重} \end{aligned} \quad (\text{公式-5})$$

其中:

每个风险点的风险权重为该风险在所有风险中的重要程度,取值范围是[0,1],所有风险点的权重累计为1。本研究采用主观概率的方法,即基于物流、货运领域专家的经验打分。

针对各个风险点(特别是中高风险点),本文结合国内外案例分析,提出防范近零排放货运区政策风险的保障措施。





第三章

近零排放货运区 政策情景设置

影响近零排放货运区政策制定的关键问题是实施区域、限行车型与实施时间的选择。因此，本章主要基于这三个因素，搭建不同的近零排放货运区政策情景。

3.1 实施区域选取

本文对近零排放货运区政策实施区域的选择，主要基于国内外案例研究，结合北京市现有政策，提出近零排放区政策初次实施与未来扩展的潜在区域。

本研究对已实施、宣布或计划实施强制性近零排放区政策的7个城市的经验进行分析后发现，近零排放货运区的区域选取是实施难度与实施效果二者的平衡：

- 在实施效果方面，近零排放货运区的区域位置集中于城市中心区，特别是“城市病”问题突出的地区，如人口集中地区、空气污染与碳排放“热点”地区以及交通拥堵与停车问题突出地区。
- 在实施难度方面，近零排放区面积应尽可能小，避免对干线/支线运输产生影响，且边界要清晰，易于执法管理。首先，为降低近零排放区政策实施后对运输企业及区域内居民的影响，近零排放区的面积一般先从小范围开始，初期的面积仅为4~31平方千米（City of Rotterdam, 2020; City of Amsterdam, 日期不详; City of Oslo, 2023; 深圳市公安局交通警察局, 2018、2022a; 东莞市公

安局, 2021; 杭州西湖风景名胜区管委会, 2023) (见表5)。其次，为减少对干线/支线运输乃至整个城市物资供应的影响，近零排放区一般不包含干线/支线的中重型货车密集行驶区域，如工业区或物流场站（City of Rotterdam, 2020）；区域边界一般也不含围合街道，以便过境货车绕行。第三，近零排放区的边界要清晰，大多以主干路围合而成，或基于现有货车限行边界，易于执法（City of Rotterdam, 2020; City of Amsterdam, 日期不详; City of Oslo, 2023）。

值得注意的是，虽然近零排放货运区初始面积较小，但随着新能源汽车技术的逐渐成熟，一些城市（如荷兰阿姆斯特丹）计划逐步扩大近零排放货运区的覆盖区域，并到2030年形成覆盖全市域的近零排放区（City of Amsterdam, 日期不详）。

根据《首都功能核心区控制性详细规划（街区层面）（2018年—2035年）》（北京市规划和自然资源委员会, 2020），为削减移动源污染，北京市计划分阶段在首都功能核心区（即东城区和西城区，以下简称“核心区”）实施禁鸣区、低排放区、超低排放区、零排放区措施。从交通管理与执法的便利性角度出发，近零排放货运区均是由道路（特别是主干道）围合而成，所以，本文基于核心区与主干路网的关系，将二环内的区域（不含二环）作为近零排放货运区初始的实施区域。二环内区域面积为62.45平方千米，若实施近零排放货运区政策，在本文分析的7个全球已实施、计划或宣布实施强制性近零排放货运区中，是面积最大的。

表 5 | 国内外近零排放区设置范围及原则

城市	近零排放区实施时间	阶段	近零排放区类型与形态	区域说明	近零排放区面积 (平方千米)	近零排放区域设置原则	近零排放区与低排放区的关系
鹿特丹	2025-	计划实施	单一区域	环路高速公路 (Rotterdam Ring Road) 以内的区域(不含环路), 城市中心	13	1、2、3、4、7、8	近零排放区覆盖低排放区, 且范围更大 
	2022-	实施		S100环路以内及铁路线以南区域(不含环路), 城市中心	7	1、2、4、7、8	近零排放区属于低排放区, 范围更小 
阿姆斯特丹	2025-	计划实施	单一区域	A10环路(不含环路) 以内的区域	70	6、7、8	近零排放区覆盖低排放区, 且范围更大 
	2030-	计划实施		阿姆斯特丹市 以及迪门市	233		
奥斯陆	2025 (建议)	计划中	单一区域	二环以内的区域 (含二环), 城市中心	13	1、2、4、5、8	近零排放区属于低排放区, 范围更小 
深圳	2018-	实施	多个区域	在十个行政区内分别设置由主干道合围的区域(不含主干道), 城市中心	22	1、2、3、4、6、7、8	无低排放区 
东莞	2021-	实施	多个区域	四个国控点附近区域(不含主干道), 城市中心	4	1、2、3、4、6、7、8	无低排放区 
佛山	2023-	试点实施	多个区域	三个国控点和祖庙重点路段围合的区域, 城市中心	4	1、2、3、4、6、8	无低排放区 
杭州	2023-	试点实施	单一区域	西湖风景名胜区内(不含部分主干道), 城市中心	31	1、2、3、4、6、7、8	近零排放区覆盖低排放区, 且范围更大 

说明：近零排放区设置原则的编码为：1.位于城市中心区；2.空气污染和碳排放的重点地区；3.交通拥堵、停车困难的重点地区；4.区域面积一般从小范围开始；5.货车司机较熟悉或已具备执法基础设施的道路边界；6.采用自然边界或行政边界；7.一般不含围合街道，便于过境车辆绕行；8.一般不含工业园区、港口等重型货车密集行驶区域。

来源：作者根据 City of Rotterdam (2020)、City of Amsterdam (日期不详)、City of Oslo (2023)、深圳市公安局交通警察局 (2018、2022b)、东莞市公安局 (2021)、杭州西湖风景名胜区管委会 (2023) 相关文件总结。

在此基础上，考虑到未来近零排放货运区从二环内扩展到更大地理范围可能性，本文也将五环内（不含五环）纳入考虑范畴。五环内是目前北京市日间货车限行政策的重要边界，执法相对容易，此外，其在货车污染物减排中能够相较二环发挥更大的作用（见专栏二）。为减少对干线/支线运输乃至整个城市物资供应的影响，本文不考虑五环外区域作为近零排放区的可能性。

专栏 2 | 二环内近零排放货运区政策的潜在实施效果与实施难度

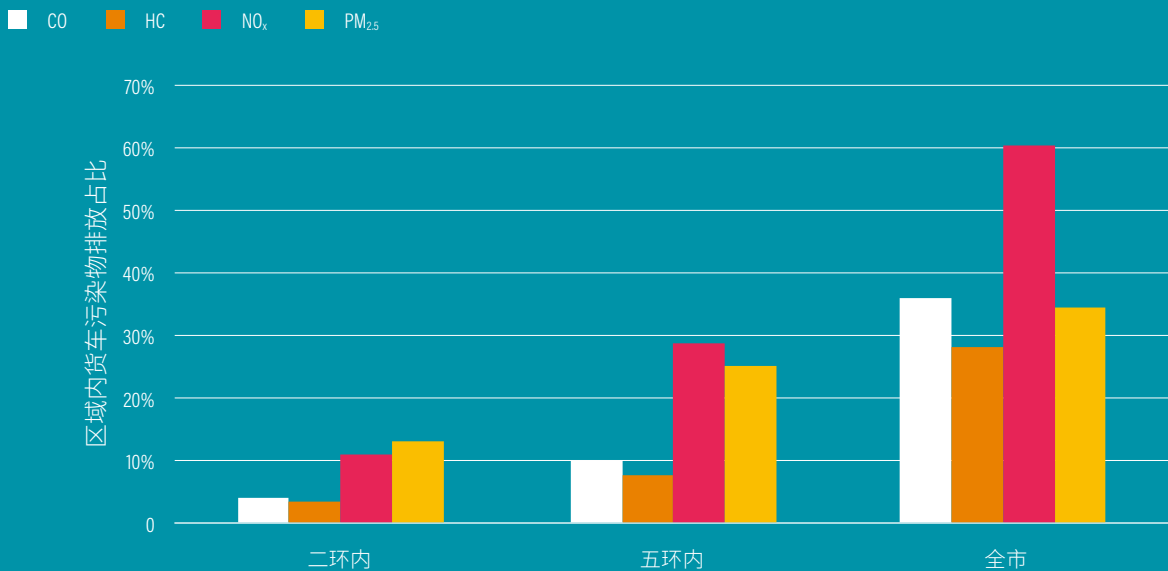
本专栏对二环内近零排放货运区政策的潜在实施效果（包括缓解空气污染、交通拥堵的潜在效益）与实施难度（包括货车更换、收发货企业影响）进行简单评估：

从空气污染方面看，二环内单位面积移动源污染物排放量在全市位居第一位，居民在移动源污染物中的暴露风险高。北京交通发展研究院路网级交通污染物排放模型分析显示，2021年，二环内的移动源污染物单位面积排放强度达0.20吨/日/平方千米，为全市平均水平的10倍（五环内单位面积排放强度略低于二环内，达0.15吨/日/平方千米）。与此同时，二环内面积仅为北京市市域面积的0.4%，但承载了北京市7%

的常住人口——2014年底，其单位面积人口密度仅次于三环内，位居全北京环路内人口密度第二位（北京晚报，2015）。因此，二环内居民在移动源污染物中暴露的风险突出。

与此同时，五环内货车污染物排放（与碳排放）在移动源污染物排放（与碳排放）占比中贡献更大（见专栏图2），这意味着，在五环内实施近零排放货运区政策后，污染物减排量比二环内更大。例如，针对NO_x排放，二环内货车NO_x排放仅占二环内移动源NO_x排放的11%，五环内货车NO_x排放则占移动源NO_x排放的29%。因此，五环内实施近零排放货运区政策的减排潜力更大。

专栏图 2 | 2021年北京市货车排放在移动源排放中的占比



来源：作者基于北京交通发展研究院路网级动态交通污染物和二氧化碳排放模型计算。

专栏2 | 二环内近零排放货运区政策的潜在实施效果与实施难度(续)

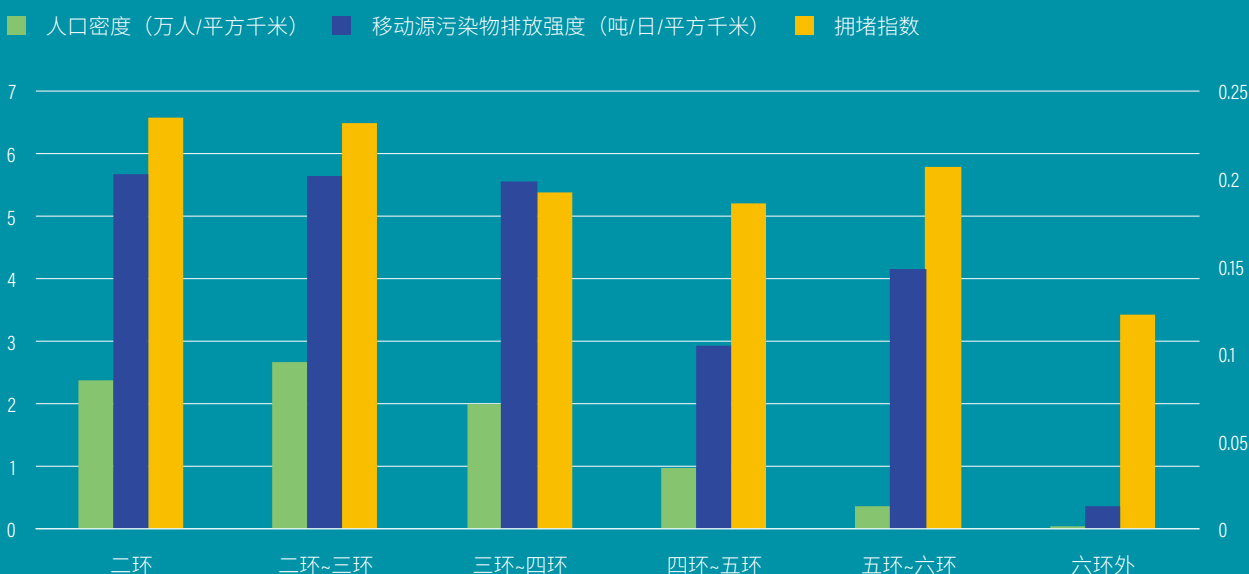
从道路拥堵程度方面看,二环内区域也是北京市拥堵问题最突出的区域(见专栏图3)。根据北京交通发展研究院(2022)的统计,2021年,北京市二环内高峰时间(早高峰7—9点,晚高峰17—19点)道路拥堵程度全市最高,道路交通拥堵指数为6.6,达到中等拥堵水平(五环内高峰时段拥堵程度较二环内轻,道路交通拥堵指数为5.9,达轻度拥堵水平)。

此外,从区域面积、影响运输企业的货车更换(通过货车日均通行规模分析)以及收发货企业(通过货车停留点数量统计分析)方面看(见专栏表1),五环内实施近零排放区政策的难度比二环内更大。

从货车日均通行规模方面看,根据第4.1节测算,二环内货车通行量少。2021年,北京市货车日均通行规模为31.5万辆;二环内货车日均通行规模只有0.69万辆,占全市货车日均通行规模的2.2%;五环内货车日均通行规模则高达24.05万辆,占全市货车日均通行规模的76.3%。综上分析,二环内设置近零排放货运区对运输企业的影响可能有限,而近期将近零排放区从二环内扩大到五环内,受到影响的货车数量(与运输企业数量)将会大幅增加,可能存在一定实施难度。

从货车日停留点数量方面看,本研究基于监测数据,识别二环内、五环内的货车主要停留点(即专栏图4中橘黄色点与红色点)、总停留次数与单位面积停留次数。结果显示:二环内货车总停留次数少,即便在2022年6月18日货运量较大的一天,二环内货车总停留次数也只有2229次/日(以轻微型货车为主且集中于日间),还不到当天全市货车总停留次数的1%,且单位面积日均货车停留次数也较少。这意味着二环内收发货企业数量有限。相较之下,五环内货车总停留次数较多,约占全市货车总停留次数的22%。虽然五环内的货车停留点也是以轻微型货车停留点为主,但不乏中重型货车主要停留点,如新发地、亦庄批发市场等。综上分析,二环内设置近零排放货运区对收发货企业的影响可能相对有限,但在五环内设置近零排放货运区可能对收发货企业有较大影响,特别是中重型货车的主要停留点。二环内、五环内面积与拥堵程度见专栏表1。

专栏图3 | 北京市各环路人口密度、移动源日均污染物强度与拥堵指数



来源:人口密度(左轴)为2014年数据,来自北京晚报(2015);拥堵指数(左轴)为2021年数据,来自北京交通发展研究院(2022);移动源污染物排放强度数据(右轴)为2021年数据,来自北京交通发展研究院路网级动态交通污染物和二氧化碳排放模型。

专栏表1 | 二环内、五环内面积与拥堵程度

	二环范围内（不含二环）	五环范围内（不含五环）
区域位置	<p>二环路与核心区的关系</p> 	<p>五环路与中心城区的关系</p> 
地理面积	62.45平方千米 (占北京市面积的0.4%)	664.40平方千米 (占北京市面积的4.0%)
货车限行政策	无	货车日间通行证政策
货车日均通行规模 (2021) ^a	轻微型货车0.54万辆 (占全市轻微型货车日均通行规模的2%), 中重型货车0.15万辆 (占全市中重型货车日均通行规模的3%)	轻微型货车21.68万辆 (占全市轻微型货车日均通行规模的80%), 中重型货车2.37万辆 (占全市中重型货车日均通行规模的54%)
单位面积日均停留次数 (2022年6月18日) ^b	轻微型货车22次/日/平方千米, 重型货车14次/日/平方千米	轻微型货车32次/日/平方千米, 重型货车58次/日/平方千米

来源: a. 作者根据第4.1节测算。
b. 监测数据。

3.2 限行车型分析

从国内外设置近零排放区的经验看，燃油轻微型普通货车是近零排放货运区优先限行的对象（City of Rotterdam, 2020; City of Amsterdam, 日期不详；深圳市公安局交通警察局, 2018）。本研究案例分析的7个国内外城市均优先限制燃油（或仅限于柴油）轻（微）型货车，给予燃油轻型冷藏货车与中重型货车豁免或一定过渡期。特别需要指出的是，目前已经实施近零排放货运区政策的4个中国城市均主要限行轻型柴油货车。国内外近零排放货运区准入货车车型对比分析如图3所示。

目前，北京市新能源货车推广也集中于轻微型普通货车。中国汽车工程学会数据显示，截至2022年底，北京市新能源轻微型货车保有量为3.17万辆，在全市轻微型货车

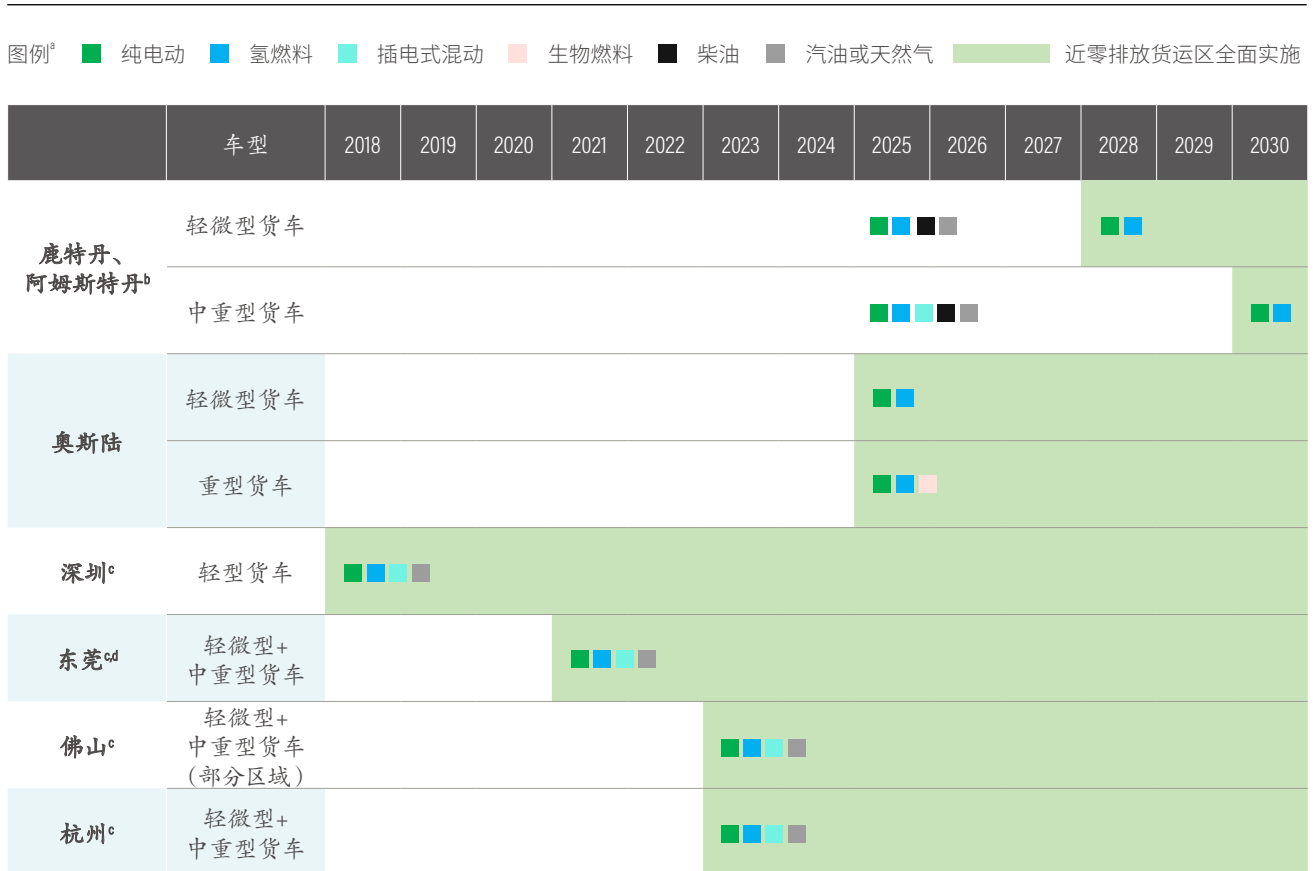
保有量中占比为6.8%。相比之下，新能源轻型冷藏货车与新能源中重型货车推广数量有限。新能源轻型冷藏货车推广数量仅有250辆，在全市轻型冷藏货车保有量中占比仅为2%；新能源中重货车保有量仅有0.23万辆，在中重型货车保有量中占比仅为2.4%。

考虑到轻型冷藏货车与中重型货车的新能源车型数量少、技术不成熟、成本高，其燃油车型是否应纳入近零排放货运区的限行车型，或给予这些车型更长的过渡期，仍值得进一步分析。

(1) 轻型冷藏货车

虽然目前新能源轻型冷藏货车推广仍存在挑战，但从技术成熟度、总拥有成本、保有量及近零排放货运区执法

图 3 | 国内外近零排放货运区准入货车车型对比分析



说明：a. 图中各方块表示准入近零排放货运区的货车技术；绿色区域表示近零排放货运区全面实施时期。

b. 鹿特丹、阿姆斯特丹为近零排放货运区设定一定过渡期，因此，存量欧五、欧六轻微型货车可以在2025-2027年进入近零排放货运区；存量欧五、欧六与插电式混动中重型货车可以在2025-2029年进入近零排放货运区。

c. 中国城市（深圳、东莞、佛山、杭州）仅限制柴油货车进入近零排放货运区，不限制汽油或天然气货车进入。

d. 东莞市为少量柴油货车开放货运通行证申请，持通行证车辆可进入近零排放货运区。

来源：作者根据深圳市公安局交通警察局（2018、2022b）、东莞市公安局（2021）、杭州西湖风景名胜区管委会（2023）、City of Rotterdam（2020）、City of Amsterdam（日期不详）、City of Oslo（2023）相关文件统计和总结。

难度等方面考虑，本文建议将燃油轻型冷藏货车归入近零排放货运区的限行车型：

首先，在新能源车辆技术成熟度方面，轻型冷藏货车具备技术可行的新能源车型——氢燃料电池货车。根据薛露露等（2023）的研究，纯电动4.5吨轻型冷藏货车百公里电耗显著高于普通货车，达43~75千瓦时。搭载90千瓦电池的轻型冷藏货车，其续航里程在160千米左右，只能满足部分城市冷链运输的日配送里程要求。对比之下，氢燃料电池轻型冷藏货车实际续航里程更长，即便在持续制冷（与满载水平）情况下，氢燃料电池4.5吨冷藏货车百公里耗氢量也只有2.5~3.0千克，仅比氢燃料电池4.5吨普通货车的百公里耗氢量高出约0.5千克。在这一能

效水平下，储氢量12千克的氢燃料电池4.5吨冷藏货车的续航里程可达260千米以上⁷。如果不考虑载质量损失，氢燃料电池轻型冷藏货车基本能满足城市冷链运输的日配送里程要求。

其次，在车辆总拥有成本方面，根据薛露露等（2023）的研究测算，纯电动4.5吨冷藏货车受百公里电耗高影响，运力折损问题突出，总拥有成本远高于燃油车。相反，在国家、北京市、大兴区氢燃料示范城市群三级补贴下，氢燃料电池轻型冷藏货车的总拥有成本与燃油轻型冷藏货车能够基本持平，为冷链场景下零排放车辆技术的首选（见表6）。此外，城市配送场景下氢燃料电池轻型冷藏货车是北京市氢燃料电池汽车重点推广的场

表 6 | 不同场景下新能源货车技术成熟度与TCO对比

序号	运输场景	年行驶里程 (万千米)	纯电动货车					氢燃料货车				
			替代率	续航里程	补能时长	载货能力	TCO	替代率	续航里程	补能时长	载货能力	TCO
微面												
1	轻抛货、重货	2~4	1	黄色	黄色	绿色	绿色	N.A.				
	中面											
	轻抛货、重货	2~4	1	黄色	黄色	绿色	绿色	N.A.				
4.5吨轻型货车												
2	轻抛货、短里程	0.9~3	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色
3	轻抛货、中等里程	3.5~4.5	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色
4	轻抛货、长里程	72~9	1.5	黄色	黄色	深绿色	深绿色	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色
	轻抛货、长里程	72~9	2	红色	红色	深绿色	深绿色	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色
5	重货、短里程	0.9~3	1.2	深绿色	深绿色	黄色	黄色	1.5	深绿色	深绿色	红色	黄色
6	重货、中等里程	3.5~4.5	1.2	深绿色	深绿色	黄色	黄色	1.5	深绿色	深绿色	红色	黄色
7	重货、长里程	72~9	1.8	黄色	黄色	黄色	黄色	1.5	深绿色	深绿色	红色	黄色
8	冷链	4.5~6	2	红色	红色	黄色	黄色	1~1.2	深绿色	深绿色	红色	深绿色
重型货车												
9	31吨自卸车	3.5~4.5	1	红色	红色	黄色	红色	1	深绿色	深绿色	黄色	深绿色
10	49吨（6×4）半挂牵引车	6	1	深绿色	深绿色	深绿色	黄色	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色
11	42吨（4×2）半挂牵引车	6	1	深绿色	深绿色	深绿色	红色	1	深绿色	深绿色	深绿色	深绿色
12	18吨载货汽车	6	1	红色	红色	×	红色	1	深绿色	深绿色	×	深绿色

说明：各颜色代表纯电动货车、氢燃料货车与同类燃油货车相比，在各运输场景下面临的技术或成本挑战。红色代表技术或成本存在突出挑战，黄色代表技术或成本存在一定挑战，浅绿色代表技术或成本挑战较小，深绿色代表技术或成本基本不存在挑战。

“NA”表示此技术不适用该场景，“×”表示该场景没有本地车型支撑定量分析。

来源：作者根据薛露露等（2023）的研究总结。

景：2021—2022年期间，北京市就推广了200辆氢燃料电池轻型冷藏货车。到2025年前，如果北京市和大兴区等能够维持针对氢燃料电池轻型冷藏货车的购置与运营资金激励，氢燃料电池轻型冷藏货车的推广数量有望持续增长。此外，目前，在北京市轻型货车保有量中，轻型冷藏货车数量少，2022年底仅有约1.1万辆（占全市轻型货车保有量的2%）。考虑到轻型冷藏货车保有量少，对其限行的影响有限。

最后，在执法难度方面，如果轻型冷藏货车不纳入限行车型，运输企业可能从节省成本的角度，购买燃油轻型冷藏货车作为普通货车使用。因为燃油轻型冷藏货车价格低于新能源轻型普通货车，从而可能加大近零排放区的执法难度。

(2) 中重型货车

基于监测数据的统计分析，二环内与五环内中重型货车主要应用场景为：采用重型厢式货车运输快递包裹与饮食品（含城市配送与干线/支线运输），采用重型自卸货车运输建筑渣土（主要为城市内运输），采用重型危险品货车运输石油、天然气等（含城市配送与干线/支线运输）。其中，如第2.1节分析，重型危险品运输车辆不在近零排放货运区限行范围⁸。所以，本节重点基于新能源重型厢式货车与新能源重型自卸货车的续驶里程、总拥有成本、日均通行规模，分析将燃油重型厢式货车和燃油重型自卸货车纳入限行车型的可行性：

首先，在新能源货车的技术成熟度方面，新能源中重型货车与同类型的燃油货车在载货能力、续驶里程等方面存在一定差距。根据薛露露等（2023）的研究，在一天一充的情况下，纯电动自卸货车（搭载423千瓦时电量）只能满足140千米以内的日行驶里程，无法满足北京市自卸货车140~200千米的主流日行驶里程。纯电动重型厢式货车由于搭载的电池电量低（229千瓦时），也无法满足其场景的日行驶里程要求。虽然氢燃料电池重型货车续航里程优于纯电动重型货车，但存在突出的载质量损失问题，氢燃料电池自卸货车与纯电动自卸货车较燃油自卸货车的载质量损失为3.9~6.5吨。

其次，在新能源货车总拥有成本方面，根据薛露露等（2023）的研究，对用于渣土、建筑垃圾运输的31吨自卸货车，纯电动车辆在北京市面临爬坡工况，百公里电耗高，所以，在年行驶里程35000~45000千米前提下，仍与传统燃油自卸货车有21-34万元/车的TCO缺口。总质量18吨的纯电动重型厢式货车（年行驶里程6万千米）与传统燃油货车相比，有约10余万元/车的TCO缺口。相反，在北京市氢燃料示范城市群市、区两级补贴下，如果能够

实现与燃油货车1:1替换，氢燃料电池重型货车总拥有成本甚至可低于燃油货车。所以，如果不考虑载质量损失，且加氢站布局合理，氢燃料电池重型货车将会成为重型自卸货车、载货汽车、42吨半挂牵引车的有竞争力的零排放车型选择。

最后，在中重型货车日均通行规模方面，根据第4.1节计算，2021年，中重型货车在二环内日均通行数量少，仅为0.15万辆，所以，在二环内限行燃油中重型货车，受影响的货车规模有限。其中，部分中重型货车（如自卸货车）运输路线相对固定，存在率先试点示范新能源货车的可行性。但在五环内，中重型货车日均通行数量多，为2.37万辆，场景更多元，甚至涉及干线/支线运输，因而，在五环内推广新能源中重型货车难度大，所以，本文不考虑五环内限行新能源中重型货车的情景。



3.3 实施时间分析

本文对近零排放货运区实施时间的分析主要基于国内外案例研究，并结合北京市“十四五”生态环境保护与新能源汽车发展目标，以及现有文献对北京市货车TCO的测算。

基于本研究对已实施、宣布或计划实施强制性近零排放区的7个城市经验的分析，虽然近零排放货运区对燃油货车的限行时间跨度大，从2018年（深圳）到2028年（鹿特丹），但中国城市近零排放货运区对（轻型）燃油货车的限行时间更早，主要集中于2018—2023年（深圳、佛山、东莞、杭州，见图1）（深圳市公安局交通警察局，201、2022b；东莞市公安局，2021；杭州西湖风景名胜区管委会，2023；City of London，2019；Oxford City Council，日期不详；Los Angeles Cleantech Incubator，日期不详；The City of Los Angeles，2023；City of Rotterdam，2020；City of Amsterdam，日期不详；City of Oslo，2023）。所以，中国城市有望在近期、小范围内针对轻型燃油货车实施近零排放货运区政策。

在北京，从响应生态环境保护与新能源汽车发展目标、近零排放货运区政策落地可行性两方面考虑，将近零排放货运区政策的实施时间聚焦于“十四五”后期（即2024—2025年）。其中：

从实现生态环境保护、新能源车辆推广等目标考虑，北京市有必要择机尽快实施近零排放区货运区政策。例如，《北京市“十四五”时期生态环境保护规划》（北京市人民政府，2021b）提到，到2025年，重点行业车辆的柴油消耗量要比2019年下降20%以上，全市新能源汽车累计保有量力争达到200万辆。然而，截至2022年底，北京市新能源汽车保有量约62万辆，其中，新能源轻微型货车与新能源中重型货车的保有量仅为3.17万辆、0.23万辆，距2025年新能源汽车累计保有量200万辆的目标仍有一定差距。

从近零排放货运区政策落地可行性角度考虑，只有当下或2025年前有新能源货车车型与燃油货车实现TCO平价，才有可能考虑在2024—2025年实施近零排放货运区政策。这一实施时间设置标准有助于降低政府与运输企业的成本负担以及近零排放货运区政策的实施风险。目前，对于不同货车车型，新能源货车与燃油货车的TCO差距不一：

■ 轻微型（普通）货车：根据薛露露等（2023）的研究，即便考虑冬季续航里程衰减，北京市的新能源轻微型（普通）货车在部分场景已与燃油货车实现TCO



平价。在轻抛货运输场景下，纯电动普通货车在中短里程下已与燃油货车几乎实现TCO平价，只有在长里程下存在TCO缺口。在重货运输场景下，如果能够放宽新能源货车超载限制（允许其超载10%），纯电动货车在中短里程下也能与燃油货车实现TCO平价，但在长里程下，仍存在最高5万元/车的TCO缺口。因此，2024—2025年，有望在二环内或五环内限行燃油轻微型（普通）货车。

■ 中重型（普通）货车：根据薛露露等（2023）的研究，纯电动中重型货车在多数场景下仍未与燃油货车实现TCO平价。氢燃料电池中重型货车如果缺乏示范城市群的大额补贴，与燃油货车仍有较大的TCO差距。所以，从政府成本负担以及影响货车数量角度考虑，2024—2025年，在较大范围（如五环内）限行燃油中重型（普通）货车的可行性较低。此外，大范围限行燃油中重型货车也可能影响干线/支线运输乃至整个城市的物资供应。

同时，根据第4.1节计算，2021年，二环内中重型货车日均通行数量少（仅0.15万辆），加之在北京市市级与大兴区（或北京市经济开发区）区级两级补贴下，氢燃料电池中重型货车TCO已低于燃油货车，所以，存在近期在二环内小范围限行服务城市内运输的中重型货车（或部分中重型车型，如自卸货车）的可行性。

北京市现状纯电动货车与燃油货车TCO对比见表7，北京市现状氢燃料电池货车与燃油货车TCO对比见表8。

表 7 | 北京市现状纯电动货车与传统燃油货车TCO对比

使用场景	年行驶里程 (万km)	替代率	不同里程段纯电动货车与传统燃油货车TCO中位数之差	实现TCO平价的年行驶里程(万km)	说明
微面					
轻抛货、重货	2-4	1	纯电动货车比传统燃油货车低 0.8~5.9万元	大于1~2	纯电动货车已具备经济性
中面					
轻抛货、重货	2-4	1	纯电动货车比传统燃油货车低 4.2~高1.2万元	大于2~2.5	纯电动货车已具备经济性
4.5吨轻型货车					
轻抛货、短里程	0.9~3	1	纯电动货车比传统燃油货车低0.2~高4.1万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的-1%~15%	大于2~3	纯电动货车即将达到TCO平价的临界点
轻抛货、中等里程	3.5~4.5	1	纯电动货车比传统燃油货车低0.9~4.7万元	大于2~3	纯电动货车已具备经济性
轻抛货、长里程	7.2~9	1.5	纯电动货车比传统燃油货车低2.6~高2.9万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的-4%~5%	大于6~7.5	纯电动货车即将达到TCO平价的临界点
轻抛货、长里程	7.2~9	2	纯电动货车比传统燃油货车高10.1~15万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的17%~25%	大于10也无法实现平价	纯电动货车有显著成本差距
重货、短里程	0.9~3	1.2	纯电动货车比传统燃油货车高5.0~9.7万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的18%~36%	大于4~6	纯电动货车与TCO平价点仍有差距
重货、中等里程	3.5~4.5	1.2	纯电动货车比传统燃油货车高0.8~5.6万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的2%~15%	大于4~6	纯电动货车即将达到TCO平价的临界点
重货、长里程	7.2~9	1.8	纯电动货车比传统燃油货车高7.0~11.4万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的12%~19%	大于10万千米也无法实现平价	纯电动货车与TCO平价点仍有差距
冷链	4.5~6	2	纯电动货车比传统燃油货车高25.1~29.0元, 差异部分为传统燃油货车TCO的43%~54%	大于10万千米也无法实现平价	纯电动货车有显著成本差距
31吨自卸车	3.5~4.5	1*	纯电动货车比传统燃油货车高21.4~33.7万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的17%~26%	大于6~8万千米	纯电动货车有显著成本差距
49吨(6×4)半挂牵引车	6	1*	纯电动货车比传统燃油货车高10.5万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的6%	大于7~8万千米	纯电动货车与TCO平价点仍有差距
42吨(4×2)半挂牵引车	6	1*	纯电动货车比传统燃油货车高18.9万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的12%	大于7~10万千米	纯电动货车有显著成本差距
18吨载货汽车	6	1*	纯电动货车比传统燃油货车高14.2万元, 差异部分为传统燃油货车TCO的12%	大于6~9万千米	纯电动货车有显著成本差距

说明: *由于新能源重型货车相较柴油重型货车替代情况未知, 此处设置为1。对燃油汽车与纯电动汽车, TCO为不同年里程段下TCO的中位数。实现TCO平价的年行驶里程参考的也是TCO中位数。虽然纯电动4.5吨轻型货车在部分中里程场景下替代率可能大于1, 但在表中的里程范围(35000~45000千米)内无运力折损。计算TCO的具体假设见第2.2节。
来源: 作者计算。

表 8 | 北京市现状氢燃料电池货车与燃油货车TCO对比

使用场景	年行驶里程 (万km)	替代率	不同里程段氢燃料电池货车与传统燃油货车TCO中位数之差 (市级+区级补贴)	氢燃料电池货车与传统燃油货车不同里程段TCO中位数之差 (市级补贴)	说明
微面					
轻抛货、重货	2~4			N.A.	
中面					
轻抛货、重货	2~4			N.A.	
4.5吨轻型货车					
轻抛货、短里程	0.9~3	1	氢燃料电池货车比传统燃油货车低2.5~6.9万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车高13.3~18.6万元，差异部分为传统燃油货车TCO的48%~68%	只有在获得城市群示范全额补贴（含大兴区/北京经济技术开发区补贴）的条件下，才能达到TCO平价
轻抛货、中等里程	3.5~4.5	1	氢燃料电池货车比传统燃油货车低6.0~8.9万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车高11.3~14.6万元，差异部分为传统燃油货车TCO的29%~38%	
轻抛货、长里程	7.2~9	1	氢燃料电池货车比传统燃油货车低10.9~12.9万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车高7.7~8.8万元，差异部分为传统燃油货车TCO的13%~15%	
重货、短里程	0.9~3	1.5	氢燃料电池货车比传统燃油货车高7.3~11.6万元，差异部分为传统燃油货车TCO的27%~43%	氢燃料电池货车比传统燃油货车高31.9~37.0万元，差异部分为传统燃油货车TCO的118%~136%	即便获得城市群示范全额补贴（含大兴区/北京经济技术开发区补贴），仍与TCO平价存在2万~12万元不等的成本差
重货、中等里程	3.5~4.5	1.5	氢燃料电池货车比传统燃油货车高4.5~9.0万元，差异部分为传统燃油货车TCO的12%~23%	氢燃料电池货车比传统燃油货车高29.2~33.4万元，差异部分为传统燃油货车TCO的76%~87%	
重货、长里程	7.2~9	1.5	氢燃料电池货车比传统燃油货车高1.5~2.6万元，差异部分为传统燃油货车TCO的2%~4%	氢燃料电池货车比传统燃油货车高24.9~27.3万元，差异部分为传统燃油货车TCO的41%~45%	
冷链	4.5~6	1	氢燃料电池货车比传统燃油货车低9.7~15.3万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车高5.3~10.7万元，差异部分为传统燃油货车TCO的9%~19%	只有在获得城市群示范全额补贴（含大兴区/北京经济技术开发区补贴）的条件下，才能达到TCO平价
冷链	4.5~6	1.2	氢燃料电池货车比传统燃油货车低2.9~8.3万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车高12.6~18.6万元，差异部分为传统燃油货车TCO的22%~32%	
31吨自卸车	3.5~4.5	1*	氢燃料电池货车比传统燃油货车低39.7~50.5万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车低0.2~11.5万元	即便获得城市群示范部分补贴（不含大兴区/北京经济技术开发区补贴），也能达到TCO平价
49吨（6×4）半挂牵引车	6	1*	氢燃料电池货车比传统燃油货车低19.2万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车高23.7万元，差异部分为传统燃油货车TCO的13%	只有在获得城市群示范全额补贴（含大兴区/北京经济技术开发区补贴）的条件下，才能达到TCO平价
42吨（4×2）半挂牵引车	6	1*	氢燃料电池货车比传统燃油货车低54.9万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车低11.4万元	即便获得城市群示范部分补贴（不含大兴区/北京经济技术开发区补贴），也能达到TCO平价
18吨载货汽车	6	1*	氢燃料电池货车比传统燃油货车低54.9万元	氢燃料电池货车比传统燃油货车低19.8万元	

说明：* 由于新能源重型货车相较柴油重型货车替代情况未知，此处设置为1。对氢燃料电池货车而言，TCO为获得市级或市级与区级政府对氢燃料电池货车的全额补贴后，不同里程段的TCO中位数。“N.A.”表示技术不适用该场景。计算TCO的具体假设见第22节。

来源：作者计算。

3.4 政策情景设置

基于实施区域、限行车型与实施时间的不同排列组合，本文形成近零排放货运区政策的不同情景（见表9），并基于实施难度与可行性，排除一些较激进、不具备实施可行性的情景，包括：

一是不考虑2024年在五环内设置近零排放货运区。根据国内外案例经验，近零排放货运区初始区域面积均较小。即便在二环内设置近零排放区，已是本文分析的7个全球已实施、计划或宣布实施强制性近零排放货运区中面积最大的。此外，由于北京市政府部门计划在核心区适时引入超低排放区（或近零排放区），所以，本研究将二环内作为近零排放货运区政策最先实施的区域，并考虑2025年从二环内近零排放货运区扩展到五环内近零排放货运区的可能性。

二是不考虑2024—2025年在五环内限行燃油中重型货车。考虑到新能源中重型货车较燃油中重型货车有技术与成本差距，近期大范围限行燃油中重型货车，不仅可能加剧运输企业与政府负担，还可能影响干线/支线运输乃至整个城市的物资供应。所以，本文不考虑2024—2025年在五环内设置中重型货车近零排放区。

虽然二环内存在限行（部分）燃油中重型货车可行性，但2024年就限行燃油中重型货车可能不利于近零排

放货运区政策的整体实施（包括对燃油轻微型货车的限行），所以，本文仅考虑2024年在二环内实施针对轻微型货车近零排放区政策的基础上，2025年在二环内限行燃油中重型货车的情景。

基于上述分析，本文搭建起四个不同的近零排放货运区政策情景（见表10）：

- **保守情景**：即所有情景中最为保守的情景，2025年在二环内（不含二环）实施针对轻微型货车的近零排放区政策，限制燃油轻微型货车（含轻型冷藏货车）全天进出，仅允许新能源轻微型货车（包括纯电动货车与氢燃料电池货车）自由进出。
- **温和情景**：较保守情景提前一年，2024年在二环内（不含二环）实施针对轻微型货车（含轻型冷藏货车）的近零排放区政策。
- **车型递进情景**：在温和情景的基础上，于2025年扩大二环内近零排放区限行车辆范围，不仅限制燃油轻微型货车（含轻型冷藏货车）全天进出，也限制燃油中重型货车全天进出。
- **范围递进情景**：在温和情景的基础上，于2025年将近零排放货运区的实施范围从二环内（不含二环）扩大至五环内（不含五环），仍限制燃油轻微型货车（含轻型冷藏货车）全天进出。

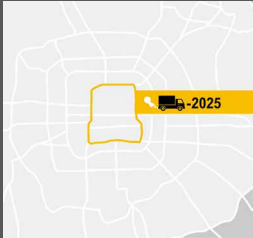

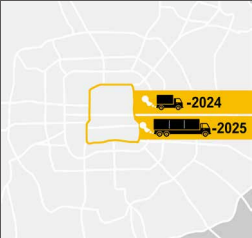

表 9 | 不同近零排放货运区排列组合与情景设置选择

	2024	2025
二环内近零排放区		
轻微型货车	温和情景、 车型递进情景、 范围递进情景	保守情景
中重型货车	X	车型递进情景
五环内近零排放区		
轻微型货车	X	范围递进情景
中重型货车	X	X

说明：“X”表示本研究认为情景设置较激进，缺乏实施可行性，因而排除的情景。

来源：作者总结与绘制。

表 10 | 四个近零排放货运区政策情景设置

	保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景
情景名称				
情景说明	2025年，在二环内（不含二环）实施轻微型货车近零排放区政策	2024年，在二环内（不含二环）实施轻微型货车近零排放区政策	2024年，在二环内（不含二环）实施轻微型货车近零排放区政策 2025年，在二环内（不含二环）实施所有货车近零排放区政策	2024年，在二环内（不含二环）实施轻微型货车近零排放区政策 2025年，在五环内（不含五环）实施轻微型货车近零排放区政策

说明：燃油轻微型货车含冷藏货车；燃油中重型货车不含冷藏货车。

来源：作者总结与绘制。





第四章

近零排放货运区 政策情景预测

针对四个不同近零排放货运区的政策情景，本文分别从其对城市物资运输与通行货车的影响、对减少城市交通污染物与二氧化碳排放的作用，以及对运输企业或政府成本的影响等角度进行分析对比，从中选择减排成本效益高、影响货车数量少，且具备实施可行性的情景，作为北京市近零排放货运区政策推荐实施方案。

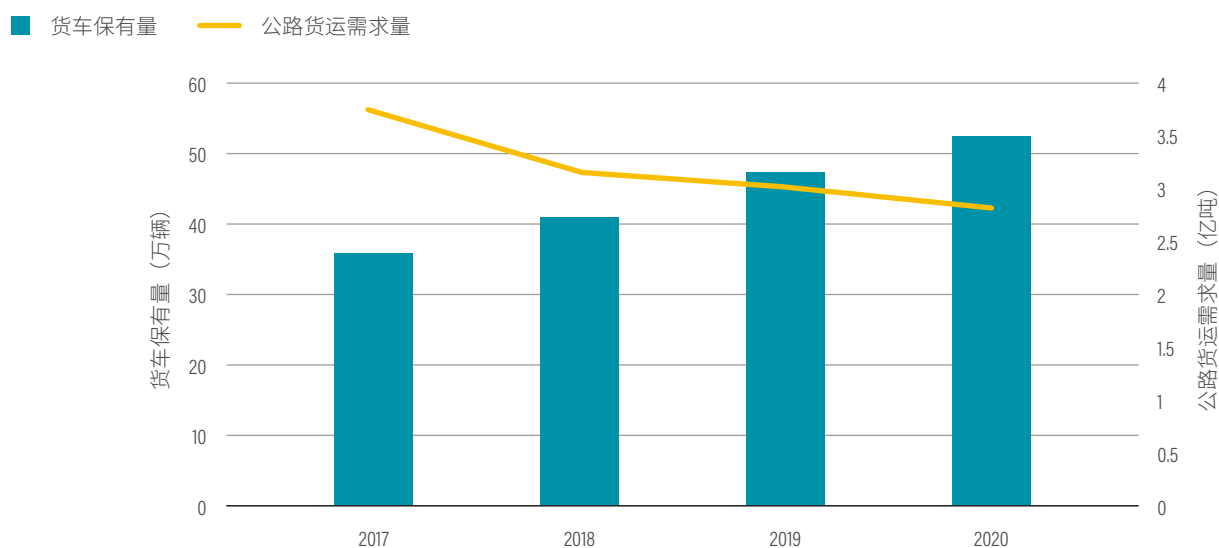
为此，本章先建立了一个无近零排放区政策的情景作为参照，基于第2.2节的方法，预测无近零排放区政策情景下2021—2025年各环路的日均货车通行规模，用于定量评估四个近零排放货运区政策情景所产生的潜在影响。

4.1 无近零排放区政策下货车日均通行规模预测

为预测无近零排放区政策下，2021—2025年各环路内货车的日均通行规模（含新能源货车与燃油货车），本文主要采用两种方法：一是基于公路货运需求量的预测方法，二是基于货车保有量的预测方法。由于受货车出行率与货车运输效率下降等因素影响，2017—2020年北京市货车保有量与公路货运需求量发展趋势相反——货车保有量呈上升趋势，而公路货运需求量呈下降趋势（见图4）。所以，两种方法预测的二环内、五环内各类货车日均通行规模结果有差异：其中，基于货车保有量的预测值较高（因为历史趋势为上升趋势），而基于公路货运需求量的预测值较低（因为历史趋势为下降趋势）。本文将两种方法的预测结果以范围形式呈现——基于公路货运需求量的预测值为下限、基于货车保有量的预测值为上限，作为未来北京市的货车日均通行规模。

考虑到最新统计数据的可获得性，本文选取2021年作为北京市货车日均通行规模预测的基准年。但值得注意的是，针对基于公路货运需求量的预测法，考虑到北京市2020—2022年货运需求量受疫情影响有异常波动，因此，本文选取疫情前最近的年份2019年作为基于公路货运需求量预测法的基准年。基于货车保有量预测法仍将2021年作为基准年。

图 4 | 2017—2020年北京市公路货运需求量与货车保有量



说明：公路货运需求量通过《北京统计年鉴》的2017—2020年货运量除以2019年北京市道路货物运输量专项调查得到平均转运次数计算得到（见第4.11节说明），此处假设平均转运次数在2017—2020年变化不大。货车保有量来自历年《北京统计年鉴》。
来源：北京市统计局（2021）和2019年北京市道路货物运输量专项调查。

基于公路货运需求量的预测方法

货运需求量指城市实际物资需求，通过货运量除以同一货物的平均转运次数⁹计算得到。该计算方法消除了货运量常见的重复计算问题，即同一货物通过铁路干线与公路“最后一公里”运输，货运量会被计算两次的问题。公路货运需求量即为通过公路完成的货运需求量。

本文主要采用北京市各环路内公路货运需求量预测值、货车日均运次、单车单次运量统计对各环路内货车日均通行规模进行预测（公式-6）。

$$\begin{aligned} & \text{各环路内货车日通行规模} \\ & = \text{各环路内公路货运需求量} / (\text{货车日均运次} \times \text{单车单次运量}) \end{aligned} \quad (\text{公式-6})$$

式中：
各环路内公路货运需求量为各环路内日均公路货运需求量（吨/日）¹⁰；货车日均运次为每车每日的配送次数（次/日），即从货仓等起点再回到起点算为1次；单车单次运量为每辆车每次配送的货物重量（吨/车/次）。

对公式-6中输入数据的说明如下：

各环路内公路货运需求量：北京市2021—2025年公路货运需求量预测主要基于北京交通发展研究院搭建的

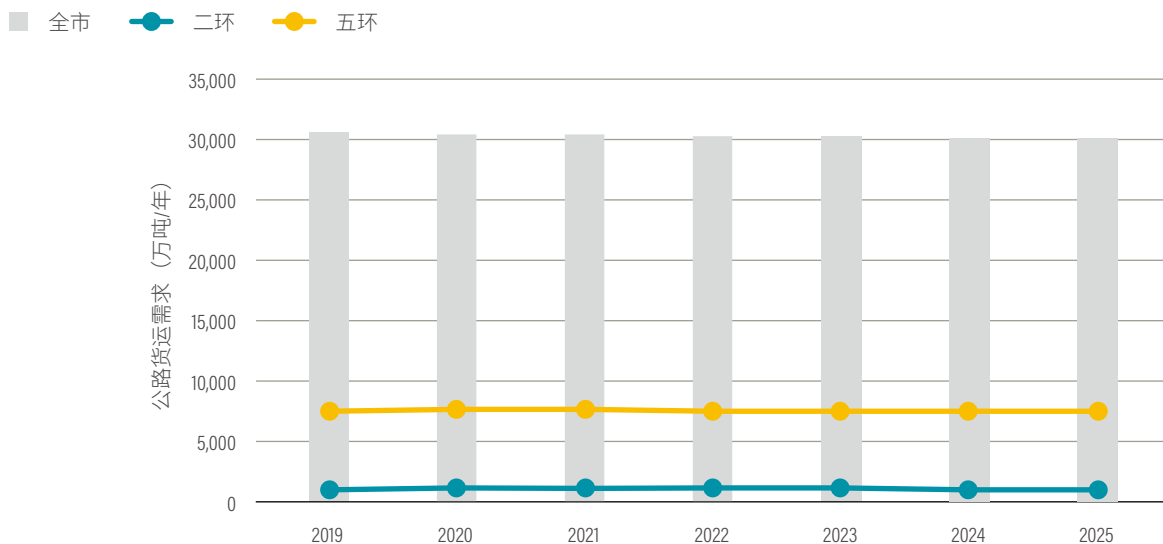
北京市18个货类货运需求量预测模型得到。首先，考虑未来城市货运需求量与人口增长、经济结构等相关（傅志寰等，2019），因此，该模型基于北京市对常住人口数量、煤炭能源消耗量、重工业总产值等统计数据的预测，对北京市18个货类2021—2025年公路货运需求量进行预测（详细方法见附录1），得到全市公路货运需求量。其次，由于不同货类的公路货运需求量的空间分布主要受人口、产业分布影响，本文将18大货类按照人口规模分布法、企业物资量统计填报法、注册企业分布法分类，把不同货类的公路货运需求量分配到北京市各环路（方法说明见专栏三），得到各环路内的公路货运需求量。

公路货运需求量预测结果如下：

在全市公路货运需求量方面，2019年，北京市货运需求量为3.7亿吨/年。其中，公路货运需求量3.05亿吨/年（占比83%）。到2025年，北京市货运需求量为3.65亿吨/年，公路货运需求量3.01亿吨/年（占比82%），相对2019年降低1%。这一下降趋势主要是受疏解非首都功能、经济结构与能源结构调整影响，大宗商品（如煤炭及矿石）的货运需求量下降所导致。虽然同期生活类物资、电子仪器及零部件等公路货运需求量上升，但不足以抵消大宗商品下降的货运需求量。

在各环路公路货运需求量分布方面，2019年，北京市二环内、五环内公路货运需求量分别为1004万吨/年、

图 5 | 2019—2025年二环内、五环内年均公路货运需求量分布



来源：作者根据北京交通发展研究院搭建的北京市分货类公路货运需求量预测模型计算。

7563万吨/年，在全市公路货运需求总量中占比约为3%和25%（见图5）。到2025年，各环路公路货运需求量相对2019年也呈下降趋势，且五环内公路货运需求量降幅更快，这主要是受产业结构升级与“公转铁”等因素影响。此外，与生活型物资货运需求量的增长不同，全市生产型物资货运需求量呈下降趋势，而五环内生产型货物（如煤炭、矿建材料、水泥、钢铁等）占比更大。

根据轻微型货车、中重型货车的适运货类¹¹不同，上述各环路内公路货运需求量被分成轻微型货车与中重型货车的公路货运需求量。分析结果显示，北京市公路运输量以中重型货车运输为主，2019年占比达84%。同时，中重型货车对

应的公路货运需求量在2019—2025年呈现下降态势，2025年较2019年下降663万吨（较2019年下降3%）；而轻微型车型对应的货运需求量在2019—2025年间呈略微增长态势，2025年较2019年上升255万吨（较2019年上升5%）。

货车日均运次、单车单次运量：基于2019年北京市道路货物运输量专项调查获得。其中，轻微型货车、中重型货车日均运次为1.2次，轻微型货车单车单次平均运量为3.2吨，中重型货车单车单次平均运量为14.5吨。为简化计算，本文假设未来，货车日均运次和单车单次运量将不发生变化。若未来日均运次或次运量减少，本文可能低估未来货车日均通行量。



专栏3 | 分环路货运需求量计算方法

本文将18个货类按照人口规模分布法、企业物资量统计填报法、注册企业分布法，采用现状（2020年或2021年）分环路常住人口比例、分环路主要企业（快递、机械与石油天然气等）货运需求量分布以及分环路注册企业分布，将不同货类的公路货运需求量分配到北京市各环路（见专栏图5）。具体方法为：

- 采用分环路人口规模分布法，假设未来分环路人口规模保持现状水平（即人口外迁量有限），将生活类物资的2021—2025年公路货运需求量现状与预测值分配到各环路。其中，分环路人口规模现状主要基于2021年北京市第七次全国人口普查数据统计。
- 采用企业货运需求量统计填报法，假设未来分环路企业货运需求量保持现状水平，将主要生产型物资的2021—2025年公路货运需求量现状与预测值分配到各环路。
- 采用注册企业分布法，假设未来分环路注册企业比例保持现状水平，将矿建、快递物资的2021—2025年公路货运需求量现状与预测值分配到各环路。其中，北京交通发展研究院基于高德、百度兴趣点（POI）数据统计，获得2020年分环路注册企业的比例数据。

专栏图5 | 各环路内分货类货运需求量分析方法说明

人口规模影响类		产业结构影响类	
日用工业品及文化体育用品	矿物性建筑材料	水泥	电子设备仪器及元件
农林牧渔产品	石油、天然气及制品	化工原料及制品	盐
粮食	机械设备、电器	煤炭及矿石	肥料及农药
饮食品及烟草制品	钢铁和有色金属	木材	服装及纺织制品
其他(含快递)	医药产品		
人口规模分布法	企业货运需求量统计填报	注册企业分布法 (20大行业分类型企业数量)	

说明：同一类颜色代表同一种分配方法。
来源：作者绘制。

基于货车保有量的预测方法

为预测各环路内货车日均通行规模，本文基于2021—2025年轻微型货车保有量、中重型货车保有量、货车日均出车率及各类货车在二环内、五环内的通行比例，预测各环路内2022—2025年货车日均通行规模（公式-7）。

$$\begin{aligned} & \text{各环路内货车日通行规模} \\ &= \text{货车保有量} \times \text{日均出车率} \times \text{环路内货车通行比例} \end{aligned} \quad (\text{公式-7})$$

式中：

货车保有量为未来年份的货车保有量预测值（万辆），日均出车率为货车保有量中日均出行货车占比（%），各环路内货车通行比例为各环路内日均通行的货车规模与全市日均通行车辆规模的比率（%）。

对公式-7中输入数据的说明如下：

货车保有量预测：考虑到货车保有量增长可能接近饱和（特别是近年来货运需求量在下降），所以，本文基于历史趋势外推法预测，选择与未来货车保有量发展趋势接近且数据最新可得的年份2021—2022年的保有量，做趋势外推，预测2023—2025年货车保有量（见图6）¹²。

预测结果显示，2025年，北京市轻微型货车保有量将从2021年的45.36万辆增长到51.5万辆，比2021年增长13.5%。中重型货运车辆保有量将从2021年的9.42万辆增长到10.03万辆，比2021年增长6.5%。

货车日出车率、环路内货车通行比例基于2021年监测数据分析得到。其中，轻微型货车日均出车率为65%，中重型货车日均出车率为45%；轻微型货车在二环内通行规模占全市轻微型货车日均通行规模的4%，在五环内通行规模占全市轻微型货车日均通行规模的80%，中重型货车在二环内通行规模占全市中重型货车日均通行规模的4%，在五环内通行规模占全市中重型货车日均通行规模的45%。此外，为简化计算，本文假设未来货车日均出车率、环路内货车通行规模占比不发生变化。若未来日均出车率或二环内货车通行规模占比下降，本文可能低估未来货车日均通行量。

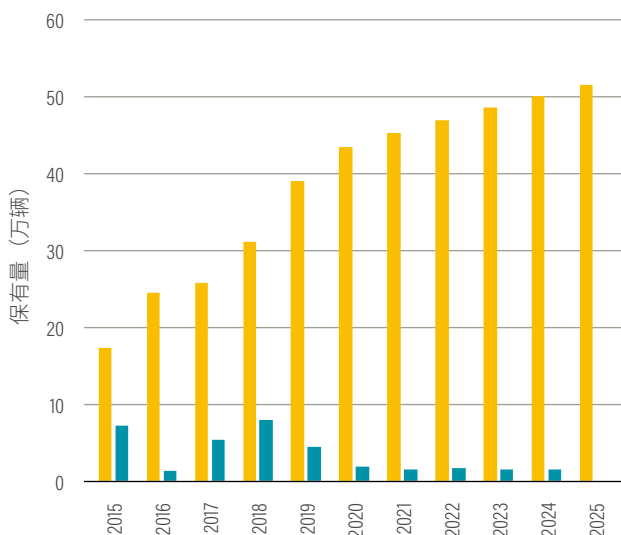
新能源货车日均通行规模预测

新能源货车日均通行规模的预测方法不同于货车日均通行规模的预测方法。本文假设在没有近零排放货运区政策干预下，各环路内新能源货车通行规模的增长趋势与全市新能源货车保有量的增长趋势一致。所以，本文以2021年为基准年，根据2021年各环路内新能源货车日均通行

图 6 | 北京市2015—2025年货车保有量历史趋势与预测值

a. 轻微型货车

- 轻微型货车当年保有量
- 轻微型货车下一年保有量较当年变化量



b. 中重型货车

- 中重型货车当年保有量
- 中重型货车下一年保有量较当年变化量



来源：作者根据历年《北京统计年鉴》（北京市统计局和国家统计局北京调查总队，日期不详）中的货车保有量做历史趋势外推预测。

规模与北京市2022—2025年新能源货车保有量增长率，预测得到2022—2025年各环路内新能源货车日均通行规模。其计算公式如下：

$$\begin{aligned} & \text{各环路内新能源货车通行规模预测} \\ & = \text{现状各环路内新能源货车通行规模} \\ & \quad \times (1 + \text{全市货车新能源货车保有量增长率}) \end{aligned} \quad (\text{公式-8})$$

式中：

现状各环路新能源货车通行规模为现状年道路上日均通行的新能源货车数量（万辆/日）；全市新能源货车保有量增长率为未来年新能源货车保有量相比现状年的增加率，按照（未来年保有量-现状年保有量）/现状年保有量计算获得。

对公式中输入数据的说明如下：

2021年各环路内新能源货车日均通行规模：基于2021年监测数据分析得到，结果见第4.1节。

2022—2025新能源货车保有量增长率：本文假设如果没有近零排放货运区政策，北京市新能源货车近期保有量增长趋势延续历史趋势，因而，仍采用近期新能源货车保有量增速较快的年份（即2021—2022年）做趋势外推，预测2022—2025年全市新能源货车保有量增长率。

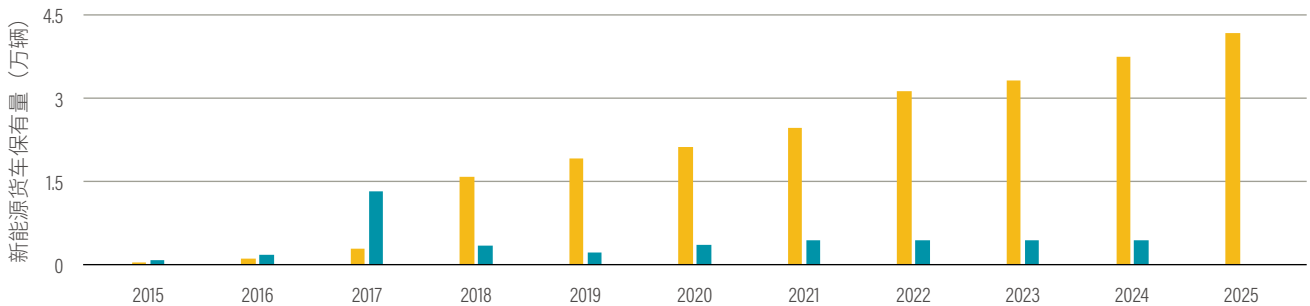
按此方法预测，到2025年，北京市新能源轻型货车保有量将从2021年的2.5万辆增长至4.2万辆，增长69.5%，在轻型货车保有量中的占比将从5%提升至8%。到2025年，新能源中重型货车保有量将从2021年的0.2万辆增长至0.4万辆，增长175%，在中重型货车保有量中的占比将从2%提升至4%。

北京市新能源货车2015—2025年分车型保有量历史趋势与预测值如图7所示。

图 7 | 北京市新能源货车2015—2025年分车型保有量历史趋势与预测值

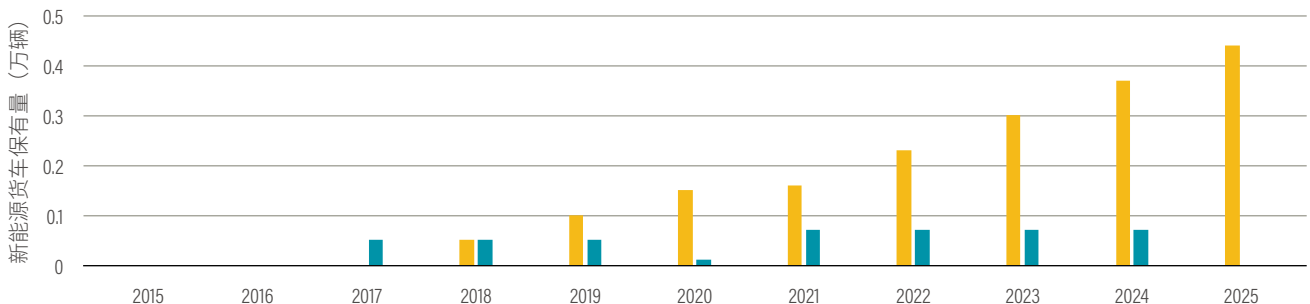
a. 新能源轻型货车

■ 新能源轻型货车当年保有量 ■ 新能源轻型货车下一年保有量较当年变化量



b. 新能源中重型货车

■ 新能源中重型货车当年保有量 ■ 新能源中重型货车下一年保有量较当年变化量



来源：作者根据北京交通发展研究院新能源货车保有量统计及历史趋势外推预测得到。

各类货车日均通行规模现状值与预测值

1) 2021年通行规模现状值

基于公路货运需求量与货车保有量两种方法综合得到，取值为两种方法的平均值；由于样本量为全样本，新能源货车现状通行规模也主要基于2021年监测数据统计得到。

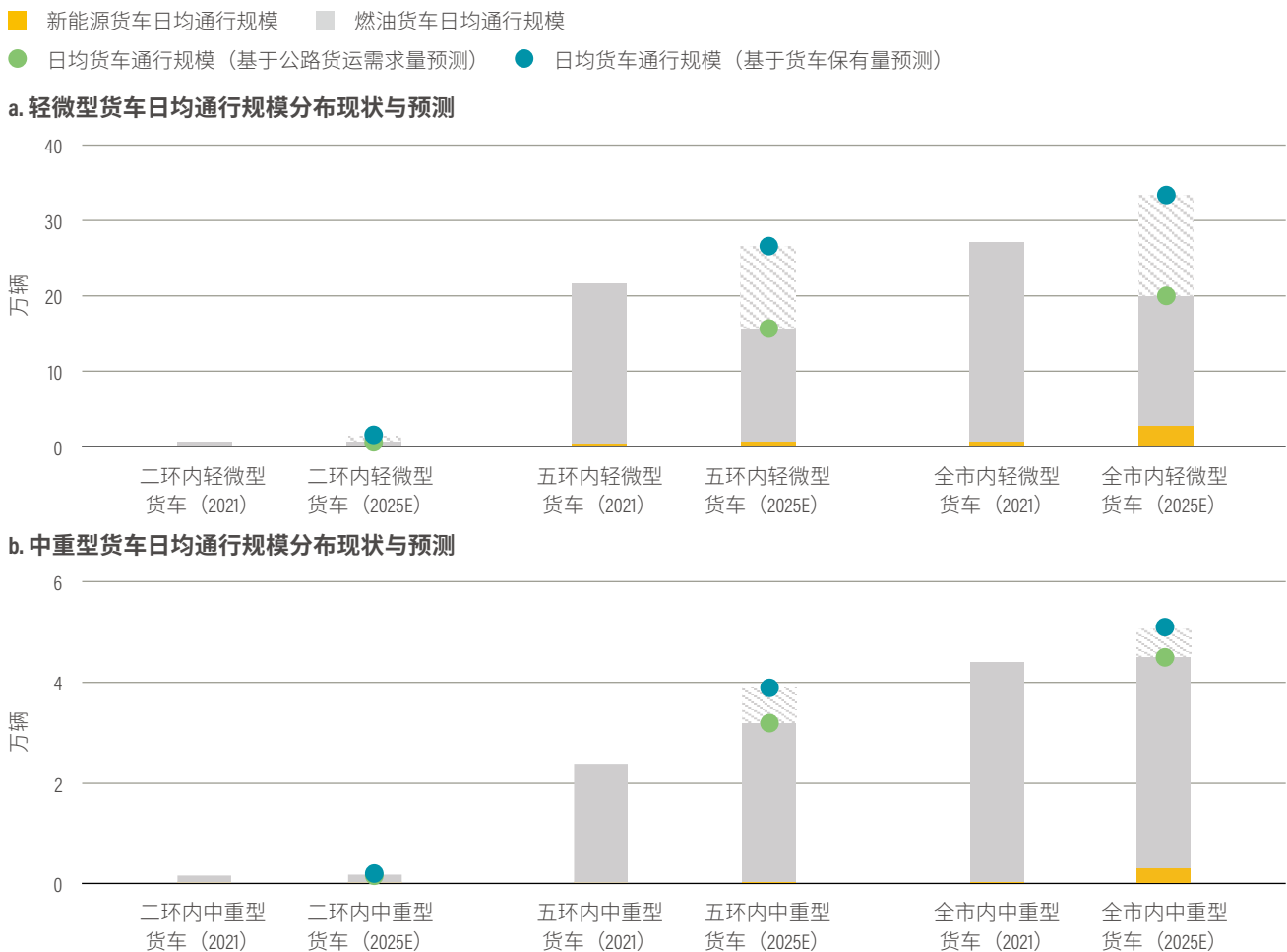
其结果表明（见图8）：

2021年，北京市货车日均通行规模为31.5万辆。二环内货车日均通行规模只有0.69万辆，占全市货车日均通行规模的2.2%。五环内货车日均通行规模高达24.05万辆，占全市货车日均通行规模的76.3%。从全市范围看，新能源货车日均通行规模不高，只占货车日均通行规模的5.9%。

其中，轻微型货车日均通行规模为27.1万辆，占全市货车日均通行规模的86%，说明全市上路货车以轻微型货车为主。二环内轻微型货车日均通行规模低，占全市轻微型货车日均通行规模的2.0%。五环内轻微型货车日均通行规模高，占全市轻微型货车日均通行规模的80.1%。值得注意的是，二环内新能源轻微型货车通行规模在二环内轻微型货车日均通行规模中占比高达14.8%；相反，五环内新能源轻微型货车通行规模在五环内轻微型货车日均通行规模中占比较低，仅为1.5%。

2021年，全市中重型货车日均通行规模为4.4万辆，二环内中重型货车日均通行规模只占全市中重型货车日均通行规模的3.4%，五环内中重型货车日均通行规模占全市中重型货车日均通行规模的53.9%。全市新能源中重型货车通行规模在中重型货车日均通行规模中占比仍处于低位水平，仅为0.5%。

图 8 | 北京市货车日均通行规模分布现状与预测



说明：1. 2021年货车日均通行规模为现状值；2025E代表本研究预测的2025年货车日均通行规模。

2. 虚线部分为基于公路货运需求量和基于货车保有量预测的货车（包括新能源货车和燃油货车）日均通行规模的差值。

来源：作者计算。

2) 2022—2025年通行规模预测结果

本文采用基于公路货运需求量与货车保有量两种方法对2022—2025北京市各环路内货车通行规模进行预测,预测结果用区间值表示。为验证预测方法的准确性,本文将基于公路货运需求量与货车保有量两种方法计算的2021年中重型货车通行规模,与监测数据进行对比,二者相差不大,误差在10%以内,从侧面验证了采用基于公路货运需求量与货车保有量两种方法进行预测的合理性。

预测结果显示:

2025年,北京市轻微型货车日均通行规模达到20.1~33.5万辆,呈现逐年微增的特点。其中,二环内轻微型货车日均通行规模预计为0.552~1.34万辆,五环内轻微型货车日均通行规模为15.6~26.7万辆。同年,二环内新能源轻微型货车日均通行规模从2021年的0.11万辆增长到0.14万辆,在二环内轻微型货车日均通行规模中的占比达10.4%~25.2%。五环内新能源轻微型货车日均通行规模从2021年的0.45万辆增长到0.67万辆,在五环内轻微型货车日均通行规模中的占比达2.5%~4.3%。

2025年,中重型货车日均通行规模达到4.51~5.06万辆,且日均通行规模增减不一。基于公路货运需求量方法预测的中重型货车日均通行规模在下降,这主要受疏解非首都功能、经济与能源结构升级以及“公转铁”的影响。其中,二环内中重型货车日均通行规模较低,为0.171~0.188万辆;五环内中重型货车日均通行规模为3.2~3.88万辆,远高于二环内。同年,二环内、五环内新能源中重型货车日均通行规模虽有增长,但在日通行规模中占比仍较低。

综上,在无近零排放货运区政策下,2021—2025年,二环内货车整体日均通行规模较小,且新能源轻微型货车占比较高,实施近零排放货运区政策相对较容易。相比之下,五环内货车日均通行规模大,特别是受到近零排放区影响的中重型货车规模较大,实施近零排放货运区政策难度也更大。

4.2 情景预测结果

基于无近零排放区政策下二环内、五环内各类货车(包括燃油与新能源的轻微型货车、中重型货车)的日均通行规模,本文进而计算不同近零排放区政策情景下,政策实施当年受影响的货车日均通行规模、污染物与碳排放的累计减排量,以及运输企业或政府的潜在成本负担。

受影响的货车日均通行数量

受近零排放货运区政策实施的影响,进出近零排放区域(二环内或五环内)的燃油货车将全部更换为新能源货车。所以,本文中受近零排放货运区政策影响的货车日均通行数量指,近零排放区政策实施当年(2024年或2025年),受政策影响须置换成为新能源货车的燃油货车数量,即进出近零排放区范围内(二环内或五环内)的燃油货车日均通行规模。

根据各环路燃油货车日均通行规模预测结果,四个政策情景下受影响的货车通行数量情况为:

(1) 保守、温和、车型递进、范围递进四个政策情景中,受影响的货车日均通行规模呈现依次递增的特征。特别是在范围递进情景中,受影响的货车日均通行规模远高于其他3个情景,约为保守情景受影响货车日均通行规模的22~36倍。这是由于五环内燃油货车日均通行规模远高于二环内燃油货车日均通行规模,所以,相比二环内,在五环内实施近零排放货运区政策后受影响的货车通行规模更大。这也意味着如果选择五环内作为近零排放货运区,物资保供的风险较大,受影响的货车与运输企业数量也会明显增多。

(2) 保守、温和、车型递进三个二环内近零排放区政策情景中,温和、保守情景受影响的货车日均通行数量基本相同,而车型递进情景受影响的货车日均通行规模略高。这是由于温和情景与保守情景的区别仅是实施时间的差异。由于2024—2025年二环内轻微型货车保有量无明显增长,货运需求量略有降低,所以,两个情景中轻微型货车的通行规模基本相同。车型递进情景相比温和情景,受影响车型多出了燃油中重型货车,故受影响的货车通行规模也相应增加了0.16—0.18万辆。但由于二环内中重型燃油货车通行规模不大,所以,在车型递进情景中,受影响货车规模仅比温和情景增加了15%—39%。不同情景的受影响的燃油货车通行规模如图9所示。

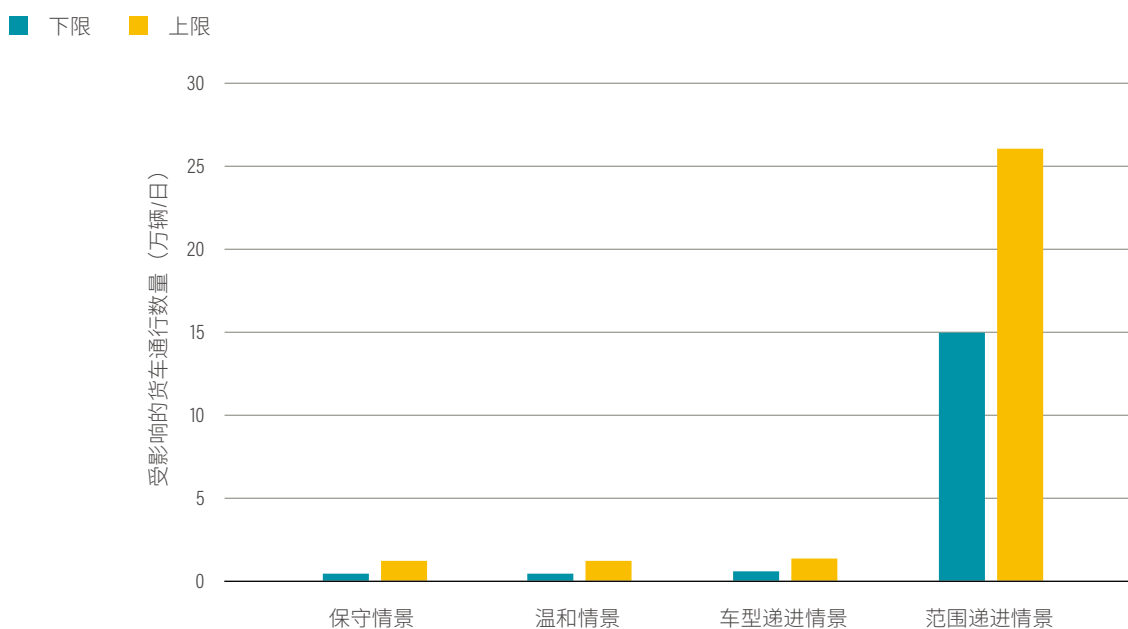
污染物与碳排放的累计减排量

各政策情景污染物与碳排放的累计减排量是指,近零排放货运区政策实施当年(2024年或2025年)到2025年之间,相对于无近零排放区的情景,燃油货车置换成为新能源货车后,产生的累计污染物与碳排放的减排量。其结果显示(图10):

(1) 保守、温和、车型递进、范围递进四个情景的污染物与碳排放累计减排量呈现依次递增的特征,特别是范围递进情景,其污染物和碳排放累计减排量远高于其他三个情景。虽然五环内近零排放区政策在2025年才

图 9 | 不同情景的受影响的燃油货车通行规模 (单位:万辆/日)

情景	保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景
受影响的轻微型货车通行数量	0.412 ~ 1.20	0.417 ~ 1.17	0.417 ~ 1.17	14.93 ~ 26.03
受影响的中重型货车通行数量	0	0	0.163 ~ 0.18	0
受影响货车通行数量	0.412 ~ 1.20	0.417 ~ 1.17	0.58 ~ 1.35	14.93 ~ 26.03



来源：作者计算。

实施,但由于五环内货车日均通行规模远高于二环内,所以,五环内近零排放货运区政策实施后,污染物和碳排放累计减排量远高于其他三个情景。

(2) 保守、温和、车型递进三个二环内近零排放区情景中,温和情景的累计减排量约为保守情景的2倍,而车型递进情景的累计减排量比温和情景略高一些。其中,虽然温和情景受影响的货车通行数量与保守情景几乎一致,但其污染物与碳排放累计减排量却是保守情景的2倍。这是由于温和情景比保守情景提前一年实施近零排放货运区政策,累计减排量为2024年与2025年两年的累计减排量。相对于温和情景,车型递进情景污染物与碳排放累计减排量略高,约为温和情景的1.2~1.5倍,特别是NOx的

累计减排量是温和情景的3~5倍,这主要是因为该情景下2025年开始限制燃油中重型货车进入二环内,产生了大量NOx减排量。

运输企业或政府的潜在成本负担

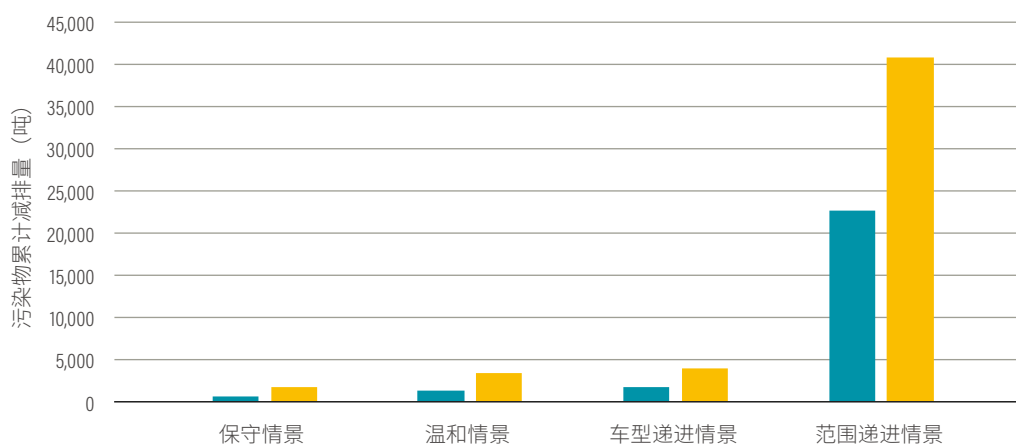
本文中,近零排放货运区政策实施后给运输企业或政府造成的潜在成本负担主要体现在近零排放货运区政策实施当年,受影响的燃油货车更换为新能源货车过程中,为弥补新能源货车与燃油货车在总拥有成本或车辆购置成本上的差异,可能导致运输企业或政府(全部或部分)承担的额外成本¹⁴。

图 10 | 不同情景的污染物和碳排放累计减排量对比

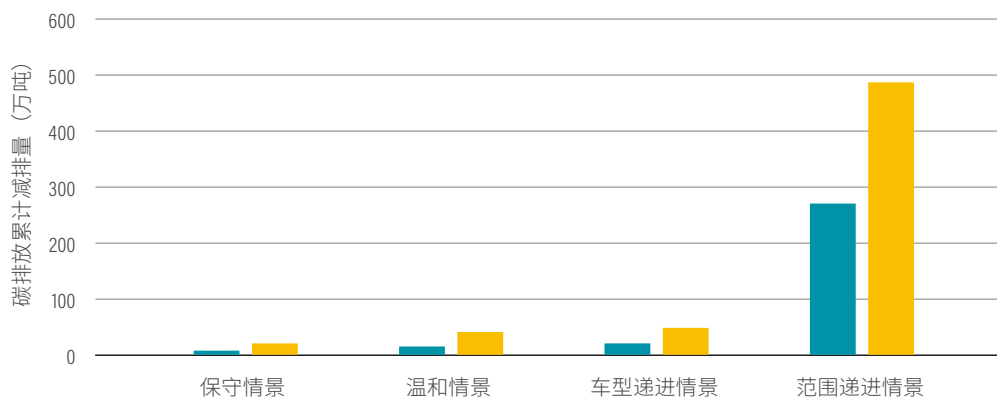
情景	保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景	
污染物累计减排量 (吨)	CO	518 ~ 1506	1045 ~ 2936	1197 ~ 3102	19773 ~ 35584
	HC	37 ~ 107	75 ~ 209	83 ~ 219	1410 ~ 2538
	NO _x	38 ~ 109	76 ~ 213	399 ~ 570	1435 ~ 2583
	PM _{2.5}	1 ~ 4	3 ~ 7	4 ~ 9	50 ~ 90
	合计	592 ~ 1726	1199 ~ 3365	1683 ~ 3900	22668 ~ 40795
碳排放累计减排量 (万吨)	CO ₂	7 ~ 21	14 ~ 40	21 ~ 47	270 ~ 486

■ 下限 ■ 上限

a. 污染物累计减排量



b. 碳排放累计减排量



来源：作者计算。

值得注意的是，受续航里程不足、载货质量损失等影响，通常需要多辆新能源货车才能替换一辆燃油货车。北京交通发展研究院对65家北京市运输企业的调研显示，对于轻微型货车，新能源货车与燃油货车的替换率约为1.20；对于中重型货车，新能源货车与燃油货车的替换率约为1.67。所以，本文首先基于上述替换率，计算出不同情景下燃油货车替换成新能源货车后的日均通行规模（见表11）；在此基础上，根据新能源货车与燃油货车总拥有成本差价或购置成本差价，计算出不同情景下的政府成本支出。其结果显示：

(1) 保守、温和、车型递进、范围递进情景的政府成本支出呈现依次递增的特征，且范围递进情景的政府/企业成本负担远高于其他三个情景。以补偿总拥有成本差价为例，范围递进情景的政府/企业总成本负担是温和情景的22~35倍，是车型递进情景的3~4倍。若补偿购置成本的差价，范围递进情景的政府/企业总成本负担是温和情景的22~36倍，是车型递进情景的约12倍。这是由于在范围递进情景下，五环内实施近零排放货运区政策后，受影响的轻微型货车日均通行数量远高于二环内轻微型货车的日均通行数量。

(2) 对于车型递进情景，由于二环内实施中重型货车近零排放区政策后，虽然相比保守、温和情景，受影响的货车日均通行数量仅增加了约0.2万辆，但是由于其对应的是限行的中重型货车，而新能源中重型货车的购置成本、总拥有成本远高于燃油中重型货车，叠加新能源中重型货车更高的替换率，所以，车型递进情景下政府/企业的成本负担要更高。其总拥有成本为保守情景的5~13倍，购置成本为保守情景的2~3倍。

不同情景下政府支出成本水平如图11所示。

情景结果汇总与对比

本文综合平衡各近零排放区政策情景产生的减污降碳效果、燃油货车置换的影响程度、运输企业或政府成本负担的增加效果后，结合近零排放货运区政策实施的可行性，识别出效益理想、具备实施可行性的情景，作为北京市近零排放货运区政策的推荐实施方案。四个近零排放货运区政策情景结果汇总与对比见表12。

表 11 | 不同情景的新能源货车日均通行数量(单位:万辆/日)

情景	保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景
轻微型货车	0.49 ~ 1.44	0.50 ~ 1.40	0.50 ~ 1.40	1792 ~ 31.24
中重型货车	0	0	0.27 ~ 0.30	0
总量	0.49 ~ 1.44	0.50 ~ 1.40	0.77 ~ 1.70	1792 ~ 31.24

来源：作者计算。

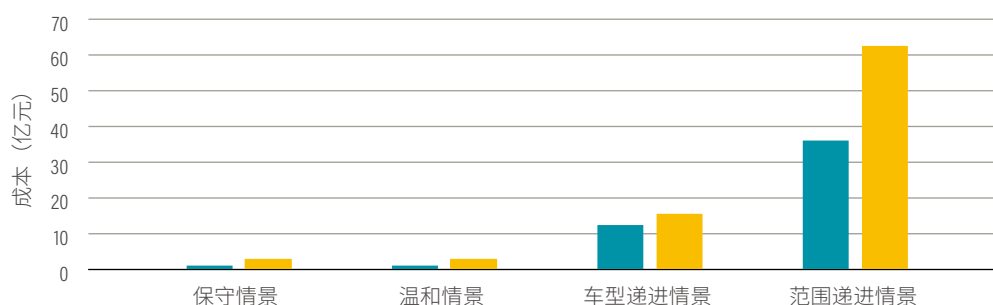
图 11 | 不同情景下政府支出成本水平(单位:亿元)

情景	保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景	
补偿总拥有成本差价	轻微型货车	0.98 ~ 2.88	1 ~ 2.8	1 ~ 2.8	35.84 ~ 62.48
	中重型货车	0	0	11.34-12.6	0
	合计	0.98 ~ 2.88	1 ~ 2.8	12.34 ~ 15.4	35.84 ~ 62.48
补偿购置差价	轻微型货车	4.41 ~ 12.96	4.5 ~ 12.6	4.5 ~ 12.6	161.28 ~ 281.16
	中重型货车	0	0	9.2 ~ 10	0
	合计	4.41 ~ 12.96	4.5 ~ 12.6	13.7 ~ 22.6	161.28 ~ 281.16

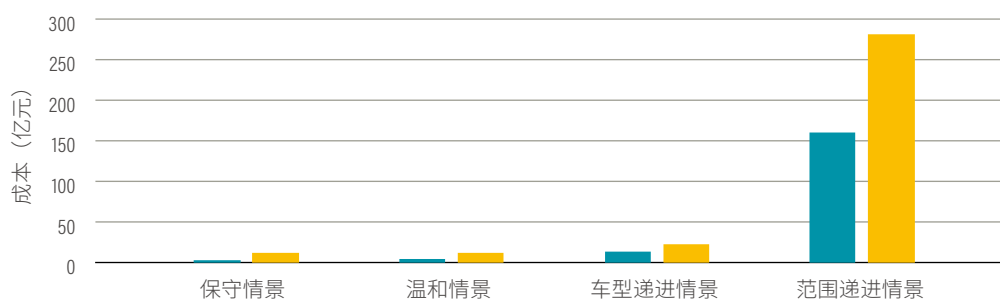
图 11 | 不同情景下政府支出成本水平(单位:亿元)(续)

■ 下限 ■ 上限

a. 补偿新能源货车与燃油货车总拥有成本差价



b. 补偿新能源货车与燃油货车购置成本差价



说明: 为简化计算, 考虑到目前新能源轻微型货车车型公告产品和市场推广车型均以纯电动车型为主, 所以轻微型货车按照 100% 更换纯电动轻微型货车计算; 考虑到氢燃料中重型货车技术成熟度更高, 且享受城市群补贴, 也是北京市重点推广车型, 所以中重型货车按照 100% 更换氢燃料电池中重型货车计算。

来源: 作者计算。

表 12 | 四种近零排放货运区政策情景结果汇总与对比

情景名称		保守情景	温和情景	车型递进情景	范围递进情景
受影响燃油货车日均通行规模 (万辆/日)		0.412 ~ 1.20	0.417 ~ 1.17	0.58 ~ 1.35	14.93 ~ 26.03
	污染物和碳排放量 (吨)	592 ~ 1726	1199 ~ 3365	1683 ~ 3900	22668 ~ 40795
运输企业或政府潜在成本负担	补偿总拥有成本差价 (亿元)	0.98 ~ 2.88	1 ~ 2.8	12.34 ~ 15.4	35.84 ~ 62.48
	补偿购置成本差价 (亿元)	4.41 ~ 12.96	4.5 ~ 12.6	13.68 ~ 22.8	161.28 ~ 281.16

来源: 作者计算汇总。

近零排放货运区政策情景产生的减污降碳效果为正面影响，而对存量燃油货车置换以及运输企业或政府成本负担的影响为负面影响。为综合分析正面与负面影响，本文采用两个指标——单位排放（碳排放或污染物排放）的减排成本、单位减排量所影响的货车日均通行规模进行评估（见表13），即减排成本效益高、减排影响货车数量少的情景为最理想的情景。

从单位排放的减排成本看，车型递进情景的单位污染物与碳排放减排成本最高，温和情景最低。保守情景与范围递进情景的单位污染物与碳排放减排成本相当，都低于车型递进情景，但高于温和情景。其中，

- 车型递进情景与温和情景相比，二者累计减排量相近（车型递进情景的累计减排量为温和情景的1.2~1.5倍），只是在车型递进情景中涉及燃油中重型货车的限行，导致运输企业或政府的成本负担增加了10多亿元，所以，减排的成本效益不及温和情景。
- 保守情景与温和情景相比，两个情景在运输企业或政府成本负担投入上几乎一致，但由于温和情景中，近零排放货运区政策的实施时间比保守情景早一年，所以，污染物与碳排放减排量约是保守情景的2倍。因此，温和情景的成本效益更优。

- 范围递进情景与温和情景相比，虽然范围递进情景的污染物和碳排放减排量最高，约为温和情景的12~19倍，但对运输企业或政府造成的成本负担也更大，约为温和情景的22~35倍。因此，温和情景的成本效益更高。

从单位减排量影响的货车日均通行规模看，保守情景与范围递进情景的值最高，单位减排量影响的货车日均通行规模最大，而温和情景与车型递进情景水平接近，单位减排量影响的货车日均通行规模最小。其中：

- 范围递进情景在四个政策情景中受影响的车辆规模最大，每日约有15~26万辆货车受影响，相当于北京市货车日均通行规模的半数以上（61%~67%），所以，其单位减排量影响的货车日均通行规模较大。这意味着，如果实施五环内近零排放货运区政策，五环内的物资保供将面临较大风险，且影响的运输企业数量也较多。
- 保守情景虽然影响的货车日均通行规模小，但由于污染物与碳排放的减排量小——约为温和情景的一半，所以，其单位减排量影响的货车数量也较多。
- 温和情景与车型递进情景的单位减排量影响的货车日均通行规模水平相当，都低于范围递进情景与保守情景。其中，车型递进情景的单位减排量影响的货车数量比温和情景略低0.4%~6%。

表 13 | 不同情景下单位排放的减排成本与单位减排量所影响的货车日均通行规模

		保守情景		温和情景		车型递进情景		范围递进情景	
单位排放的 减排成本	单位污染物减排成本 (TCO差价, 万元/吨)	16.6	16.7	8.3	8.3	73.3	39.5	15.8	15.3
	单位碳排放减排成本 (TCO差价, 万元/吨)	0.14	0.14	0.07	0.07	0.59	0.33	0.13	0.13
	单位污染物减排成本 (购置成本差价, 万元/吨)	74.49	75.09	3753	3744	81.28	58.46	71.15	68.92
	单位碳排放减排成本 (购置成本差价, 万元/吨)	0.63	0.62	0.32	0.32	0.65	0.49	0.60	0.58
单位减排影 响的货车通 行规模	单位污染物减排影响的 货车日均通行规模(辆/吨)	6.96	6.95	3.48	3.48	3.45	3.46	6.59	6.38
	单位碳排放减排影响的货车 日均通行规模(辆/吨)	588.6	571.4	2979	292.5	276.2	287.2	553.0	535.6

来源：作者计算汇总。

综合单位排放的减排成本和单位减排量影响的货车规模两个指标，温和情景（即2024年实施二环内轻微型货车近零排放区政策）的减排成本效益最优，且影响的货车数量少。此外，考虑到在北京市初次引入近零排放货运区存在潜在风险（见第5.1节），为不扩大受影响的群体，因而，本文建议在最初引入近零排放货运区阶段，暂不扩大限行货车车型与实施区域，即采用2024年实施二环内轻微型货车近零排放区政策，作为北京市初次实施近零排放货运区政策的方案。后续，北京市可根据这一方案的实施效果与新能源货车推广情况，决定是否在此基础上实施车型递进情景或范围递进情景。

实施温和情景可能影响到二环内几千至一万余辆不等的燃油货车通行数量，将这些燃油货车置换成新能源货车可能会导致运输企业或地方政府增加约1~3亿元的（TCO）成本负担，但可以相对于无近零排放区情景产生1199~3365吨累计污染物减排量与14~40万吨累计碳排放减排量。







第五章

近零排放货运区政策风险分析及防范措施

上述近零排放货运区政策推荐方案——2024年在二环内设置轻微型货车近零排放区，将影响到运输企业的车辆更换、企事业单位与居民的基本物资供应、零售企业等的正常运营，所以，有必要识别其潜在风险，并筹备防范措施。

5.1 近零排放货运区政策推荐方案的风险分析

针对2024年在二环内实施轻微型货车近零排放区政策的方案，本研究基于国内外近零排放区案例分析（Cramer等，2023；City of Rotterdam，2020；City of Amsterdam，日期不详；Transport for London，2019）、现有限行政策类比¹⁵与专家访谈，识别受该方案潜在影响的利益相关方，及该方案可能对利益相关方产生的影响与风险。在此基础上，本研究采用专家打分法，定量评估上述近零排放货运区方案可能带来的风险。分析结果显示：

首先，近零排放货运区政策涉及不同类型利益相关方（见表14），包括制定政策的北京市政府部门，自有或外雇车辆的运输企业（包括第三方物流企业、运输企业与个体户），有物资需求的中央政府部门、企事业单位与居民，日常出行的居民和电网企业等。

其次，本文结合国内外案例（Cramer等，2023；City of Rotterdam，2020；City of Amsterdam，日期不详；Transport for London，2019）经验、现有

限行政策类比，并对两名物流领域专家进行访谈，识别该方案存在的风险点和各利益相关方所面临的潜在影响。值得注意的是，首先，有评审专家指出新能源货车安全等问题也是近零排放货运区的潜在风险之一。为简化专家打分难度，本文的分析仅限于表14中所列潜在影响。其次，不是所有近零排放货运区的潜在影响都能成为风险点。例如，本文在情景设置中就尽可能降低近零排放货运区对干线/支线运输企业的影响，所以，2024年实施二环内轻微型货车近零排放区政策对干线/支线运输不构成风险。另外，考虑到同一风险点对于大中型、小微型运输企业或物资需求单位而言，代表的风险等级不同，所以，本文将风险点细分成大中型企业与小微企业、个体户的风险点。最终，本文识别出近零排放货运区政策实施后可能涉及的14个风险点。

针对各风险点，本研究采用专家打分的方法，选择能够代表各利益相关方的9名专家，他们来自城市配送运输企业（大中型企业、小微企业各1名）、典型物资需求企业（大中型企业、小微企业各1名）、政府部门（1名）、电网企业（1名）、城市交通部门（1名）、新能源汽车生产企业（1名）、城市物流企业（1名），分别对各个风险点的风险等级以及整个近零排放区政策的综合风险等级进行打分。专家打分的结果与薛露露等（2023）的运输企业问卷调查结论基本一致，所以，可认为专家打分的结果偏差有限：

各风险点的风险等级：2024年在二环内实施轻微型货车近零排放区政策，共涉及8个中风险点（即可能导致“部分群众对政策有意见、反映强烈”的风险

表 14 | 近零排放货运区政策的利益相关方与潜在影响分析

利益相关方		温和情景近零排放区政策对利益相关方的潜在影响	是否构成风险点
城市政府主管部门	北京市政府主管部门与参与机构	牵头或参与近零排放货运区与配套政策制定	否。从减污降碳、新能源汽车推广角度，该利益相关方会支持该政策的出台与实施，因此不构成风险点
	城市配送企业、个体户与司机	受二环内轻微型燃油货车全天限行限制，运输企业无法承担新能源货车的投入或由于车辆置换成本投入高，导致经营不善；或由于充(换)电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪；或由于执法不严，导致存在违法闯入近零排放区的情况；或更新的新能源货车无通行证，无法进入五环，造成企业经营与保供压力	是
运输企业		新能源城市配送车型数量少，企业缺乏足够的车型可以选择	否。城市配送车辆主要是轻微型货车，目前市场车型数量多(薛露露等，2023)
		能进行支线/干线运输的新能源货车车型数量少，企业缺乏足够的车型可以选择	否。支线/干线主要以中重型货车为主，不属于近零排放货运区限行车型，因此不构成风险点
	支线/干线运输企业、个体户与司机	受二环内轻微型燃油货车全天限行限制，运输企业无法承担新能源货车的投入或由于成本投入高，导致经营不善	否。本研究推荐实施方案不涉及北京市主要物流枢纽节点，也不涉及中重型货车限行，实际影响的支线/干线运输车辆较少，因此不构成风险点
城市企事业单位与居民	有物资需求的企事业单位与居民	受燃油货车限行、新能源货车更换不及时影响，二环内货车数量减少，货物运输量下降，不能充分保障中央政府部门、企事业单位与居民的物资需求	是
	大型商超、小型零售商等商业设施	新能源货车置换成本传导到大型商超、小型零售商等商业设施，影响企业收入，或导致全市物价上涨等	是
	抢险救灾极端事件中的弱势群体	受燃油货车限行影响，从事危化品(油气)运输、警用、消防、工程抢险的车辆无法在极端事件中进入二环内开展抢险救灾等活动	否。本研究将从事危化品运输、警用、消防、工程抢险的车辆划分为近零排放区豁免车型，见第2.1节
出行居民	日常出行居民	由于新能源货车对燃油货车替代率高，或违法闯入近零排放区的情况增加，导致近零排放区政策实施后，日均通行货车数量增加，加剧城市拥堵	是
上游企业	电网企业	短时间大规模新能源货车推广对电网容量产生较大压力，需要电网企业加大电网扩容投入	是

来源：作者基于北京市低排放区政策、新能源物流车优先通行政策等货车限行类政策的制定和出台经验，结合 Cramer 等 (2023)、City of Rotterdam (2020)、City of Amsterdam (日期不详)、Transport for London (2019) 等国内外案例分析得出。

点)、6个低风险点(即可能导致“多数群众理解并支持,但少部分人对政策有意见”的风险点)。其中:

- 近零排放货运区政策叠加现有五环内日间货车限行政策产生的风险最大(风险等级值达0.56~0.61),即服务二环的运输企业(无论是大中企业,还是小微企业或个体户)面临更换成新能源货车后,车辆无通行证无法进入五环内的问题,造成企业经营与二环内保供的压力。这说明,实施近零排放货运区政策后,有必要优化调整五环内日间货车限行政策与新能源货车优先路权政策(北京市交通委员会,2021b)。
- 涉及小微零售商、运输企业及个体经营户的风险等级,要高于同类风险下大中型企业的风险等级。这说

明小微企业及个体户更易受到近零排放货运区政策风险的影响,所以在风险防范措施中需要注重维护小微企业与个体户的利益。

近零排放区政策的综合风险等级:2024年在二环内实施轻微型货车近零排放区政策的综合风险等级值为0.41,属于中风险政策。这说明,从本研究咨询的利益相关方视角看,部分群众可能对该政策有意见或反映强烈,需要及时采取风险防范措施,化解近零排放货运区政策的风险。

实施近零排放货运区政策涉及的14个风险点的风险等级与权重打分结果见表15。

表 15 | 实施近零排放货运区政策涉及的14个风险点的等级与权重打分结果

利益相关方	序号	风险点	风险等级值	风险等级	风险权重
有物资需求的企事业单位	1	政府机关、企事业单位、医院的物资保障受到影响，出现物资保障不足的风险	0.28	低	0.05
	2	居民的物资保障受到影响，出现物资保障不足的风险	0.42	中	0.07
大型商超、小型零售商等商业设施	3	大型商超等大型货主单位收入受到影响，易引起不满，或造成物价上涨的风险	0.35	低	0.06
	4	小型零售商等小型货主收入受到影响，易引起不满，或造成物价上涨的风险	0.42	中	0.06
城市配送企业、个体户与司机	5	大中型企业成本增加，企业利润受到影响，引发负面情绪，甚至造成不予配合的风险	0.31	低	0.05
	6	小微运输企业及个体经营户成本增加，企业利润受到影响，引发负面情绪，甚至造成不予配合的风险	0.43	中	0.06
	7	大中型企业车辆充（换）电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪	0.29	低	0.05
	8	小微企业或个体户充（换）电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪	0.38	中	0.07
	9	大中型企业不配合，存在违法闯入的问题	0.33	低	0.07
	10	小微企业或个人不配合，存在违法闯入或客改货等问题	0.44	中	0.07
	11	由于新能源货车对燃油货车替代率高，在五环内日间货车通行证限制下，大中型企业更新的新能源货车无通行证，面临无法进入五环的问题，造成企业经营与保供压力	0.56	中	0.09
	12	由于新能源货车对燃油货车替代率高，在五环内日间货车通行证限制下，小微企业更新的新能源货车无通行证，面临无法进入五环的问题，造成企业经营与保供压力	0.61	中	0.10
日常出行居民	13	由于新能源货车对燃油货车替代率高，导致近零排放区政策实施后，日均通行货车数量增加，加剧城市拥堵	0.31	低	0.10
电网企业	14	短期内新能源货车大规模推广，对电网容量产生较大压力，需要电网企业加大电网扩容投入	0.38	中	0.10

说明：《北京市重大决策社会稳定风险评估实施细则（试行）》（京发办〔2012〕12号）将社会稳定风险等级分为3个级别，即低风险等级（0～0.36）、中风险等级（0.36～0.64）、高风险等级（0.64～1）。

来源：作者基于北京市低排放区政策、新能源物流车优先通行政策等货车限行类政策的制定和出台经验，结合Cramer等（2023）、City of Rotterdam（2020）、City of Amsterdam（日期不详）、Transport for London（2019）等国内外案例与物流专家访谈，分析得出。基于来自城市配送运输企业、典型物资需求企业、政府部门、电网企业、城市交通管理部门、新能源汽车生产企业、城市物流企业的9名专家的打分结果汇总。

5.2 近零排放货运区政策风险防范措施

针对上述风险点，本文基于国内外近零排放货运区案例分析（深圳市公安局交通警察局，2018、2022b；东莞市公安局，2021；杭州西湖风景名胜区管委会，2023；City of Rotterdam，2020；City of Amsterdam，日期不详；City of Oslo，2023），结合北京市现行政策（如新能源货车推广经济激励政策、新能源货车优先路权政策等），提出防范近零排放货运区政策风险的三类措施，包括：

一是完善近零排放区政策本身。除做好近零排放区政策

方案的实施前期宣传与实施中舆情监测外，近零排放区政策出台需要设置合理的过渡期，夯实法律基础，并加强执法监督。

二是制定近零排放区政策的配套措施。近零排放货运区政策并非单一限行措施，有必要结合经济激励政策、路权政策、充电（加氢）与物流基础设施政策等，综合施策。

三是完善体制机制保障。由于近零排放货运区政策与配套措施众多，涉及部门多，所以，需要加强近零排放区政策实施前后的部门间协调，最大化实施效果。

近零排放货运区政策的风险防范措施见表16。

表 16 | 近零排放货运区政策的风险防范措施

利益相关方	序号	风险点	风险等级值	风险防范措施
有物资需求的企业事业单位	1	政府机关、企事业单位、医院的物资保障受到影响，出现物资保障不足的风险	0.28	1. 完善近零排放区政策——设置合理的政策过渡期，并先在大型商圈开展试点，再逐步扩大到小型零售商
	2	居民的物资保障受到影响，出现物资保障不足的风险	0.42	
大型商超、小型零售商等商业设施	3	大型商超等大型货主单位收入受到影响，易引起不满，或造成物价上涨的风险	0.35	2. 制定近零排放区政策配套措施——优化调整新能源货车路权政策等
	4	小型零售商等小型货主收入受到影响，易引起不满，或造成物价上涨的风险	0.42	
城市配送企业、个体户与司机	5	大中型企业成本增加，企业利润受到影响，引发负面情绪，甚至造成不予配合的风险	0.31	2. 制定近零排放区政策配套措施——提供新能源货车经济激励政策、完善配套基础设施等
	6	小微运输企业及个体经营户成本增加，企业利润受到影响，引发负面情绪，甚至造成不予配合的风险	0.43	
	7	大中型企业车辆充（换）电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪，	0.29	2. 制定近零排放区政策配套措施——完善配套基础设施等
	8	小微企业或个体户充（换）电、加氢不便，新能源货车交付周期长，引发负面情绪	0.38	
	9	大中型企业不配合，存在违法闯入的问题	0.33	1. 完善近零排放区政策——设置合理的政策过渡期，加强执法监督
	10	小微企业或个人不配合，存在违法闯入或客改货等问题	0.44	
	11	由于新能源货车对燃油货车替代率高，在五环内日间货车通行证限制下，大中型企业更新的新能源货车无通行证，面临无法进入五环的问题，造成企业经营与保供压力	0.56	
	12	由于新能源货车对燃油货车替代率高，在五环内日间货车通行证限制下，小微企业更新的新能源货车无通行证，面临无法进入五环的问题，造成企业经营与保供压力	0.61	2. 制定近零排放区政策配套措施——优化调整新能源货车路权政策
日常出行居民	13	由于新能源货车对燃油货车替代率高，导致近零排放区政策实施后，日均通行货车数量增加，加剧城市拥堵	0.31	2. 制定近零排放区政策配套措施——完善物流基础设施，鼓励共同配送
电网企业	14	短期内新能源货车大规模推广，对电网容量产生较大压力，需要电网企业加大电网扩容投入	0.38	2. 制定近零排放区政策配套措施——及早开展电网扩容

说明：红色字代表风险等级较大（等级值大于等于0.42）的风险点。

来源：作者基于北京市低排放区政策、新能源物流车优先通行政策等货车限行类政策的制定和出台经验，结合深圳市公安局交通警察局（2018、2022b）、东莞市公安局（2021）、杭州西湖风景名胜区管委会（2023）、City of Rotterdam（2020）、City of Amsterdam（日期不详）、City of Oslo（2023）等近零排放货运区经验分析得出。

其中，风险等级较大的风险点——本文定义为风险等级值大于等于0.42的风险点，其风险防范措施的优先级也更高，包括：

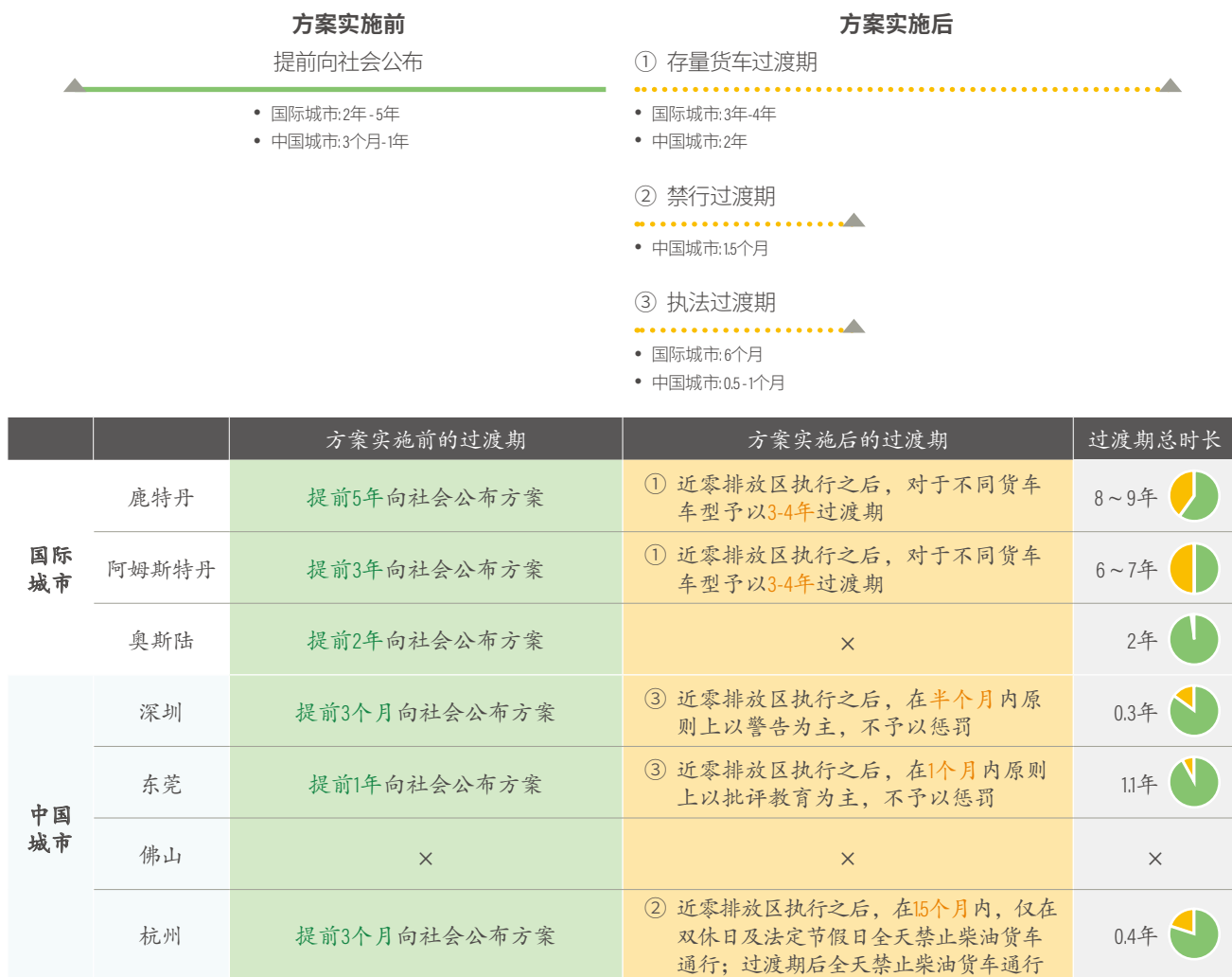
- 调整现行的新能源货车路权政策（包括优化五环内日间货车限行措施），以化解更换后的新能源货车因无日间进五环通行证，无法进入二环内的问题。
- 设置合理的政策过渡期，加强执法监督，避免运输企业违法闯入或采用“客改货”车辆进入近零排放货运区的问题，也可给予企业（特别是小微企业）更多筹备时间，降低物资保供风险。
- 考虑出台新能源货车推广的经济激励机制（特别是针对小微企业），完善相应的充（换）电与加氢配套基础设施建设。

完善近零排放区限行政策

1) 设置合理过渡期

考虑到运输企业与个体户需要时间更新燃油货车，新能源汽车生产企业需要时间完成订单，充电运营服务商与加氢站建设、运营企业也需要时间建设公共充电桩或加氢基础设施，所以，近零排放货运区政策的实施需要充足的过渡期。国内外已经实施或计划实施近零排放货运区政策的城市经验（见图12）显示，近零排放区政策的过渡期（即从政策发布起到执法生效起）一般在1年以上，包括提前向社会公布近零排放区政策实施方案，以及在方案实施后设置执法的过渡期等。

图 12 | 国内外城市近零排放货运区过渡期对比



说明：饼图中，绿色代表方案实施前过渡期占比，黄色代表方案实施后过渡期占比；X= 该城市尚未公布过渡期相关规定。

来源：作者根据 City of Rotterdam (2020)、City of Amsterdam (日期不详)、City of Oslo (2023)、深圳市公安局交通警察局 (2018、2022b)、东莞市公安局 (2021)、杭州西湖风景名胜区管委会 (2023) 相关文件总结。

基于国内外经验分析，本文建议二环内轻微型货车近零排放货运区政策在实施时，应设置不少于6个月的过渡期，并提前向社会公布近零排放区政策的实施方案。在过渡期的基础上，本研究也建议率先引入试点的方式，降低近零排放货运区政策引入的难度。在近零排放区政策方案公布后的过渡期内（甚至近零排放区政策方案公布前），识别个别具有潜力的场景——如二环内政府机关、学校和企事业单位的餐饮配送，金融街、王府井等大型高端商场的配送，鼓励重点企业事业单位率先试点采用新能源货车配送，如要求80%的配送车辆为新能源货车。此外，需加强近零排放货运区政策的宣贯，让更多运输企业（特别是小微运输企业与个体户）及早了解近零排放区政策。

2) 夯实法律基础

近零排放货运区政策措施较为激进且涉及执法，所以，坚实的法律基础有利于近零排放货运区政策的顺利实施。在北京，近零排放货运区属于行政规范性文件，其法律依据包括：

- 《中华人民共和国道路交通安全法》（全国人民代表大会，2004）第三十九条规定：“公安机关交通管理部门根据道路和交通流量的具体情况，可以对机动车、非机动车、行人采取疏导、限制通行、禁止通行等措施。”
- 《北京市大气污染防治条例》（2018年修正）（北京市第十五届人民代表大会，2018）第七十一条规定：“市人民政府可以根据大气环境质量状况，在一定区域内采取限制机动车行驶的交通管理措施。”

此外，依据《北京市人民政府办公厅关于全面推行行政规范性文件合法性审核机制的实施意见》（京政办发〔2019〕23号）（北京市人民政府办公厅，2019），北京市人民政府与出台政策的部门也会按行政规范性文件合法性审核工作机制，对近零排放货运区政策方案的合法性进行审核。

国内外城市近零排放货运区政策的法律基础、执法与惩罚措施对比见表17。

表 17 | 国内外城市近零排放货运区政策的法律基础、执法与惩罚措施对比

城市	法律基础	执法方式	惩罚力度
鹿特丹	Traffic Rules and Signs Regulation	<ul style="list-style-type: none"> · 标识 · 自动车牌识别（ANPR）摄像头 · 地理围栏（Geofencing） 	不合规车辆需缴纳95欧元罚款和9欧元管理费
阿姆斯特丹	Traffic Rules and Signs Regulation	<ul style="list-style-type: none"> · 标识 · 自动车牌识别（ANPR）摄像头 	不合规轻型商用车需缴纳100欧元罚款，不合规中重型货车需缴纳250欧元罚款
奥斯陆	Road Traffic Act（待修订）	<ul style="list-style-type: none"> · 标识 · 自动车牌识别（ANPR）摄像头 	×
深圳	《中华人民共和国道路交通安全法》	<ul style="list-style-type: none"> · 标识 · 普通摄像头、人工执法（一年两次） 	不合规车辆需缴纳300元人民币罚款，并对驾驶员记3分
东莞	《中华人民共和国道路交通安全法》	<ul style="list-style-type: none"> · 标识 · 普通摄像头、人工执法 · 给予部分货车通行证 	不合规车辆需缴纳200元人民币罚款，并对驾驶员记3分
佛山	《中华人民共和国道路交通安全法》	×	×
杭州	《杭州市道路交通安全管理条例》	×	×

说明：鹿特丹的惩罚措施为2015年的实施近零排放街道惩罚措施，2025年实施细则尚未公布；阿姆斯特丹的惩罚措施为城市低排放区的惩罚措施，其近零排放区实施细则尚未公布；红色代表国外城市执法与惩罚措施，黄色代表国内城市执法与惩罚措施，灰色代表该城市执法与惩罚措施尚未公布。

来源：作者根据 City of Rotterdam（2020）、City of Amsterdam（日期不详）、City of Oslo（2023）、深圳市公安局交通警察局（2018）、东莞市公安局（2021）、杭州西湖风景名胜区管委会（2023）相关文件总结。

3) 加强执法监督

在法律基础上，执法监督对近零排放区政策的成功实施具有至关重要的作用。

- 一是考虑到执法精准性，建议提高二环内具备车辆特征记录功能的摄像头的覆盖率。目前，北京市此类设备的覆盖程度较高，且能从违法行为视频取证记录中自动识别车辆号牌和车型。在现状基础上，本研究建议应提高二环近零排放货运区内以及紧邻二环（未封闭式管理）的小区或医院出入口的摄像头覆盖率，避免燃油货车直接通过这些出入口非法进入近零排放区，必要时结合人工现场执法。
- 二是针对近零排放区政策，明确执法标准。例如，根据北京市关于货车在禁行区域或道路行驶的违法处罚标准，应处100元罚款，记3分（北京市公安局公安交通管理局，2017）。

制定与出台配套措施

1) 优化调整新能源货车路权政策

值得注意的是，根据北京市货车通行政策（见专栏一），新能源货车只有获得日间进五环通行证才能进入二环，所以，近零排放货运区政策需要与日间进五环的通行证政策配合，才能发挥激励新能源货车推广的作用。由于近零排放货运区政策的实施，日间进五环的通行证政策也需要同步优化调整，包括：

一是增加日间进五环通行证的数量。受载货能力、续航里程等技术性能影响，多辆新能源轻微型货车才能替换一辆燃油轻微型货车。所以，新能源货车替换燃油货车后，为满足二环内物资运输需求，二环内运行的新能源轻微型货车日均通行规模要增加1200~3500辆，它们将面临通行证需求缺口。因此，本研究建议适度提高五环内货车通行证配额，为新能源货车提供优先办证通道，放宽新能源货车优先通行时间（如缩短晚高峰限行时间，由16时至19时限行调整为17时至19时限行）等。

二是给予新能源冷藏货车优先通行权。考虑到冷藏货车也属于近零排放货运区限行车型，建议优化新能源货车优先进入五环的通行证政策，对持证轻型冷藏货车设置新能源车型比例，并逐步持续提高该比例，加速轻型冷藏货车更新为新能源货车，为实施近零排放货运区政策提供支撑。

2) 提供新能源货车经济激励

目前，纯电动货车与燃油货车的购置成本和总拥有成本还存在差距，所以，本研究建议针对纯电动货车和氢燃料电池货车提供经济激励，确保新能源货车较燃油货车具备一定的经济优势。

对于纯电动货车，特别是针对小微企业的纯电动货车，建议考虑提供新能源车购置补贴或者运营奖励。

对于氢燃料电池货车，北京市目前推广的绝大部分氢燃料电池汽车能享受到氢燃料电池汽车示范城市群的补贴。考虑到氢燃料电池货车在购置、运营环节较燃油货车成本高，所以建议继续实施氢燃料电池汽车城市群示范补贴政策，同时，建议不断完善北京市各区级补贴政策（目前只有大兴区与北京经济技术开发区提供区级补贴），支撑二环内氢燃料电池轻型冷藏货车和自卸货车的推广。

3) 完善配套基础设施

新能源货车配套基础设施主要包括能源补给设施和物流基础设施。其中，能源补给设施主要是指为纯电动货车或氢燃料电池货车提供能源的充/换电站、充电桩、加氢站等，物流基础设施主要是指为货车提供装卸、集散、配送等服务的设施。

首先，针对新能源车辆能源补给不足的风险，建议有针对性地，在二环内、进出二环的主要通道周边，以及二环外货车出发地建设新能源货车能源补给设施，出台针对新能源货车的能源补给设施规划和激励政策等，并协调电网企业进行电网扩容，包括：

- 完善货车目的地的新能源补给设施建设：完善二环内大型商圈、大型商超等的充电基础设施配套建设，特别是结合新的货车专用路边停车位、卸货区的建设。
- 完善货车出发地新能源补给设施：在物流场站、批发市场（如亦庄、马驹桥、新发地等）等物流节点增设新能源货车专用充电设施。
- 完善货车中途新能源补给设施建设：根据新能源货车运行特征，可利用加油站等现有场地或单独选址，在重要的货运走廊（如机场高速、京沪高速、京藏高速、朝阳路、南苑路等）建设新能源货车专用公共充电设施。
- 协调电网企业及早在上述重点地区对配电网进行扩容，避免因电网容量不足导致充电基础设施建设延误。

其次，完善物流基础设施。目前，北京市货车路侧专用停车位数量少，卸货区也仅在一些大型商超等附近。针

对北京市货车停车难、卸货难的问题，建议在二环内大型商圈（如西单、王府井、金融街）研究设置新能源货车路边停车位、新能源货车专用卸货区。同时，为提高新能源货车配送效率，建议在二环内大型商圈（如西单、王府井）、企事业单位较集中区域（如西城区应急管理部等办公区）附近完善物流配送中心等节点，鼓励二环内大型商圈等开展共同配送，提升物流效率，在一定程度上降低进出二环的货车数量。

建立体制机制保障

由于二环内近零排放货运区方案与配套措施众多，涉及货车限行、基础设施建设、资金保障、执法监管等领域的相关部门，所以，本研究建议：

在近零排放区政策实施前，北京市应设置近零排放货运区政策专班，加强跨部门协同，统筹协调推进近零排放货运区政策的实施（见表18）。

在近零排放区政策实施后，相关部门应对政策实施效果进行持续评估，基于政策实施成效和识别出的问题，对近零排放区政策进行后续调整。为支撑这一工作，本研究建议由交通运输部门牵头、联合公安、生态环境等部门，每半年进行一次政策效果评估，从物资保供、交通流量、减排效果、执法监管等方面开展评估，并结合新能源货车推广情况，对未来近零排放货运区政策潜在调整方向（如扩大限行车型、限行区域等）提出建议。

事实上，近零排放货运区存在从二环内扩展到更大地理范围以及从轻微型货车扩展到中重型货车的可行性。由于数据限制，本文只考虑未来二环内轻微型货车近零排放区扩展到五环内的情景（范围递进情景）与二环内轻微型货车近零排放区扩展到中重型货车近零排放区的情景（车型递进情景），未考虑其他区域或车型的可行性，例如，北京市城市副中心的轻微型货车近零排放区、大型工业园区内的中重型货车近零排放区，以及针对城市自卸货车的近零排放区等。未来，相关部门有必要基于新能源货车技术与成本发展趋势，研究与考虑设置更多近零排放货运区的可能。

表 18 | 近零排放货运区政策相关职责与负责部门

职责	说明	负责部门
做好实施方案的配套保障	为车辆有序更新设置合理的过渡期，做好政策实施和政策实施效果定期评估	交通运输、生态环境、公安等相关部门
加强执法监督	开展执法整治行动，严格执法标准，优化线上执法处罚流程	公安等相关部门
优化调整新能源货车路权	给予新能源货车优先通行的路权等	交通运输、公安、生态环境、商务等相关部门
提供新能源货车经济激励	给予新能源货车购置、运营资金补贴支持	经信、财政等相关部门
完善配套基础设施	加快货车专用充电桩与加氢站等布局规划与建设，完善货车专用停车位	城管、交通运输等相关部门
政策的宣传	做好政策宣传和解读，做好正向舆论宣传，强调实施的重要性，获得相关群体的理解和支持	交通运输、生态环境、公安等相关部门
舆情的监测	加强网络舆情监测和应对，做好相关接访处理和维稳工作	交通运输等相关部门

来源：作者基于北京市低排放区政策、新能源物流车优先通行政策等货车限行类政策（北京市交通委员会等，2017、2019）的制定经验，结合近零排放货运区政策特点，分析得出。





附录 1

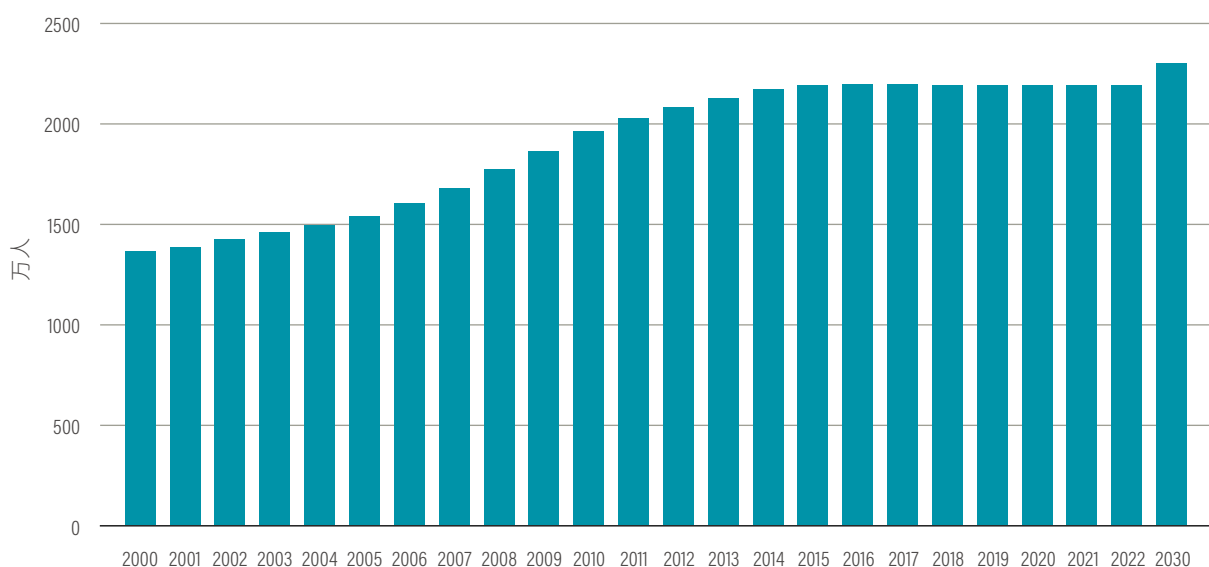
货运需求量预测

基于北京交通发展研究院的统计，2019年北京公路运输需求总量达3.1亿吨，涉及18个货类¹⁶，包括9类生活型物资与8类生产型物资。生活型物资公路货运需求量和生产型物资公路货运需求量影响因素不同：其中，9类生活型物资货运需求量主要受人口数量影响，而8类生产型物资货运需求量与经济结构、产业结构与煤炭需求量相关。具体如下

(1) 生活型物资

生活型物资包含农副产品、快递、服装、日用品等9个货类。2017—2020年，北京市人均生活类物资货运需求量约为3.07吨/年（约8.4千克/天）。结合人口增长趋势（见附图1），2025年北京市生活型物资货运需求量为0.63亿吨。

附图 1 | 北京市总常住人口数量变化图



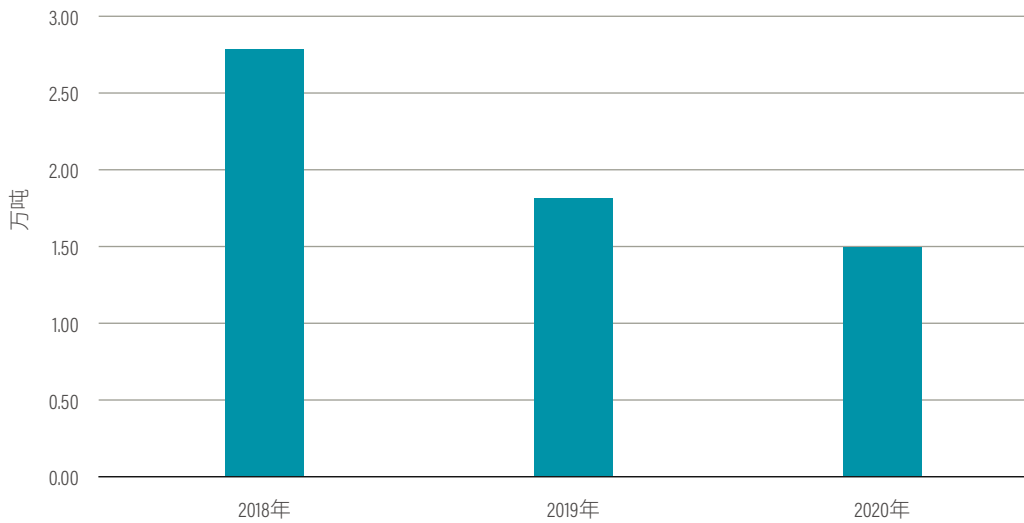
来源：作者根据北京市统计局和国家统计局北京调查总队（2021）相关数据整理。

(2) 生产型物资

生产型物资主要为煤炭及矿石、矿建水泥及钢铁制品、机械设备等，其中：受“疏整促”政策与农村“煤改电”、“煤改气”等政策影响，矿山关停，煤炭及矿石的货运需求量大幅下降。根据《北京统计年鉴（2021年）》，近3年来，北京市煤炭能源消耗总量年均降幅达25%（见附图2），假设煤炭能源消耗总量与货运需求量呈正相关，所以，预计2025年北京市煤炭及矿石货运需求量为231万吨。

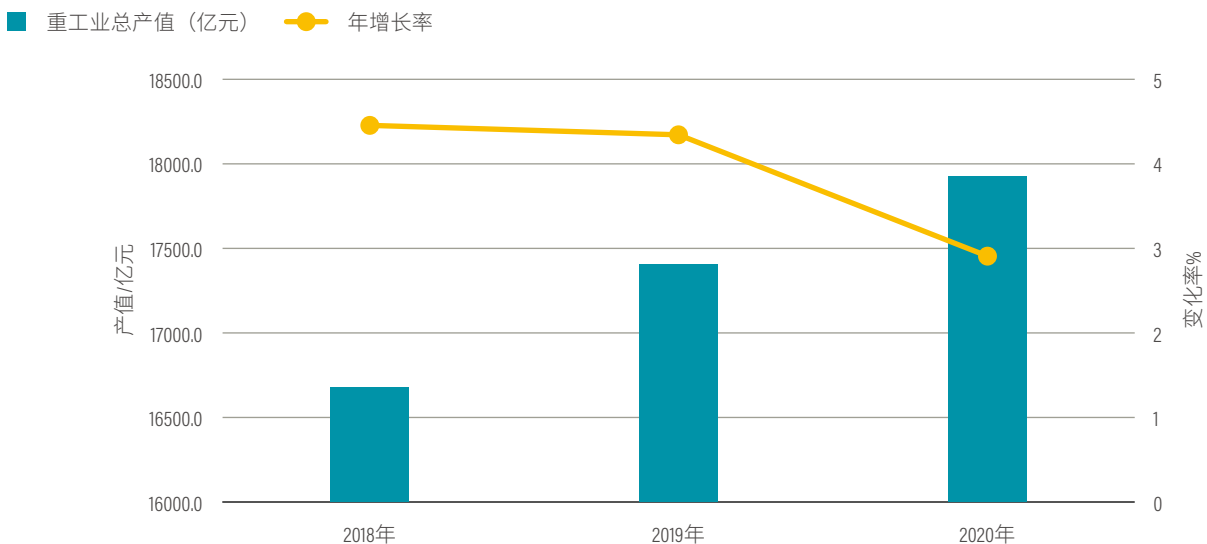
机械设备（含商品车）、电子仪器及零部件年货运需求量受北京市产业结构影响。根据《北京统计年鉴（2021年）》，2018—2020年，北京市高精尖类产业将快速发展，规模以上重工业总产值年均增4%（见附录-图3）。假设此类货物的货运需求量与规模以上重工业总产值呈正比，据此测算，到2025年，北京机械设备（含商品车）、电子仪器及零部件年货运需求量将达到2806万吨，较现状增加47%。

附图 2 | 北京市近三年煤炭能源消耗总量变化图



来源：作者根据北京市统计局和国家统计局北京调查总队（2021）相关数据整理。

附图 3 | 北京市2018—2020年重工业总产值及年增长率



来源：作者根据北京市统计局和国家统计局北京调查总队（2021）相关数据整理。

附录 2

风险等级计算方法说明

风险概率：风险概率是指风险事件转化为社会稳定风险事件的可能性。风险概率估计通常采用主观概率的方法，主观概率的估计是基于专家的经验 and 知识，除此之外，类似事件的比较推断风险概率也是重

要参考依据。根据国家、北京市文件和各地风险评估相关研究，按照风险因素发生的可能性，将风险发生概率划分为很高、较高、中等、较低、很低五档，见附表1。

附表 1 | 社会稳定风险事件发生概率等级

概率等级	参考依据
很高	几乎确定发生（80%~100%）
较高	很有可能发生（60%~80%）
中等	有可能发生（40%~60%）
较低	发生的可能性较小（20%~40%）
很低	发生的可能性很小，几乎不可能发生（0%~20%）

风险影响程度：风险影响程度是指风险因素的影响规模、影响时间、群众承受能力等综合情况的度量。根据《北京市重大决策社会稳定风险评估实施细则(试行)》(京发办〔2012〕12号)、各地方社会稳定风险评估实施细则及社会稳定风险评估相关研究,按照社会稳定风险事件发生的后果的严重程度,可将风险影响程度划分为严重、较大、中等、较小、可忽略五档,见附表2。

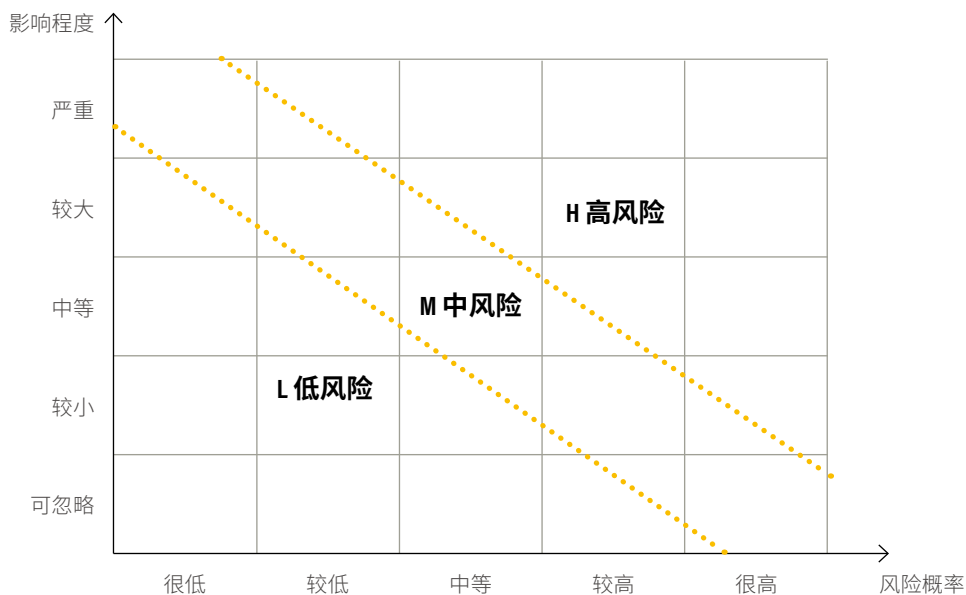
单项风险等级值：根据风险等级的计算原则,每个风险的等级是风险概率与风险影响程度的乘积。

《北京市重大决策社会稳定风险评估实施细则(试行)》(京发办〔2012〕12号)将社会稳定风险等级分为3个级别,即高风险等级、中风险等级和低风险等级,如附图4所示。

附表 2 | 社会稳定风险事件影响程度等级

影响程度等级	参考依据
严重	关系到相关群体的基本权利、重大利益;风险影响规模大,涉及人数众多;影响时间长;可能引起严重的风险事件,造成极大的负面影响(80%~100%)
较大	关系到相关群体的重要权利;风险影响规模较大,涉及人数较多;影响时间较长;可能引发较大的风险事件,造成较大的负面影响(60%~80%)
中等	对相关群体合法权益构成不利影响;风险影响规模中等,涉及一定数量的人群;可能引发一般的风险事件,在当地造成一定的负面影响(40%~60%)
较小	风险影响规模较小,涉及人数较少,影响时间较短;可能零星引发一般的风险事件,在局部范围造成不利负面影响(20%~40%)
可忽略	风险影响规模有限,涉及个别利益相关者,可能发生个别矛盾,影响短时间可以消除(0%~20%)

附图 4 | 社会稳定风险等级划分示意图



- 高风险等级H(0.64~1)。重大决策不具备合法性；大部分群众对政策有意见、反映特别强烈；可能引发到重点地区较大以上规模非正常群体上访事件；可能引发到中央机关、市委市政府的大规模群体上访事件；可能引发围堵党政机关、非法聚集、非法集会、集体械斗等事件；可能引发聚众阻塞国家干线铁路、干线高速公路、城市交通主要干道及重要交通枢纽的事件。
- 中风险等级M(0.36~0.64)。部分群众对政策有意见、反映强烈；可能引发到重点地区规模性非正常群体上访事件；可能引发到中央机关、市委市政府的较大规模群体上访事件；可能引发阻碍施工、阻塞交通的事件；可能引发互联网炒作的事件；可能出现个人极端行为的事件。
- 低风险等级L(0~0.36)。多数群众理解支持但少部分人对政策有意见；可能引发群体上访、个体闹事、散发宣传品、网络发布信息等一般性事件，通过有效工作可防范和化解矛盾。

注释

1. 近零排放货运区政策的利益相关方与货车限行政策一致。目前，北京已出台的货车限行政策包括六环内货车低排放区政策、新能源物流配送车辆优先通行政策。
2. 为遵守数据隐私规定，世界资源研究所仅负责根据工作需要提出北京市交通碳排放占比的指标，北京交通发展研究院负责对原始数据进行处理并分享分析后的结果。
3. 根据《中国统计年鉴(2020)》(国家统计局, 2020)，北京市2019年货运量为2.3亿吨，公路货运量为2.2亿吨。值得注意的是，该统计口径只包含营运性交通工具的货运量，因此会低估城市货运量。
4. 强制性零排放卸货区/街道/区域是指通过政府出台文件，对燃油货车进行的限制限行或收费措施，而自愿性近零排放区域是指运输或货主企业自发、自愿组织的活动。
5. 本研究针对企业的调研显示，货车一般装卸货时间超过45分钟；因此，本研究以此为边界识别停留点。
6. 近零排放货运区政策的利益相关方与货车限行政策一致。目前，北京已出台的货车限行政策包括六环内货车低排放区政策、新能源物流配送车辆优先通行政策。
7. 本文中，4.5吨轻型冷藏货车续航里程指氢气消耗达储氢量的2/3时对应的续航里程，即车辆应在氢气剩余1/3时加注氢气。
8. 由于重型冷藏货车的新能源货车车型数量有限，本文不纳入考虑，划入豁免车型范畴。
9. 转运次数是指货物在市域范围内到达消费者手中所经过的转运次数(这里转运指铁路到货车，或者重型货车到轻型货车)，通过2019年北京市道路货物运输量专项调查等统计数据计算得到。
10. 基于北京市各环路公路货运量，按1年365天折算获得各环路内日均公路货运需求量。
11. 根据2019年北京市道路货物运输量专项调查，对不同货类的货车车型需求进行划分，得到轻微型货车、中重型货车的适运货类。
12. 假设2019—2025年北京市货车运输效率不会明显提升。
13. 轻微型货车监测样本较少，仅占全市轻微型货车保有量的8.7%，所以采用预测方法估计；中重型货车监测样本较多，约占全市中重型货车保有量的95.5%，所以采用基于监测数据直接统计的方法估计。
14. 例如，如果2024年实施近零排放货运区政策，政府投入成本即为是2024年当年成本，不计入2025年新增车辆成本。
15. 近零排放货运区政策的利益相关方与货车限行政策一致。目前，北京已出台的货车限行政策包括六环内货车低排放区政策、新能源物流配送车辆优先通行政策。
16. 北京交通发展研究院结合大数据分析、特大城市实际生产生活需求及公路货运特点，并根据《运输货物分类和代码》(2010)、《物流作业货物分类和代码》(2011)，识别出北京货运18大典型货类及其货运需求量。

参考文献

- 北京交通发展研究院. 2022. 《北京市交通发展年度报告(2022)》. 2022年. <https://www.bjtrc.org.cn/List/index/cid/7.html>.
- 北京市第十五届人民代表大会. 2018. 《北京市大气污染防治条例》. 2018年. http://scjgj.beijing.gov.cn/cxfw/flfgcxfw/swl/202006/t20200619_1929150.html.
- 北京市公安局公安交通管理局. 2017. 《一图读懂交通违法处罚细则_政策解读_首都之窗_北京市人民政府门户网站》. 2017年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zcjd/201905/t20190523_78126.html.
- 北京市规划和自然资源委员会. 2020. 《首都功能核心区控制性详细规划(街区层面)(2018年—2035年)》. 2020年. https://ghzrzyw.beijing.gov.cn/zhengwuxinxi/ghcg/xxgh/sj/202008/t20200829_1993379.html.
- 北京市交通委员会. 2021a. 《关于对外省区市机动车采取交通管理措施的通告》. 2021年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202107/t20210727_2449718.html.
- . 2021b. 《关于为北京市新能源轻型货车运营激励企业提供优先城区通行的实施方案》. 2021年. http://jtw.beijing.gov.cn/xxgk/tzgg/202102/t20210225_2288679.html.
- 北京市交通委员会, 北京市公安局公安交通管理局, 北京市商务局和北京市生态环境局. 2019. 《关于支持本市新能源物流配送车辆优先通行的通知》. 2019年.
- 北京市交通委员会, 北京市环境保护局和北京市公安局公安交通管理局. 2017. 《关于对部分载货汽车采取交通管理措施降低污染物排放的通告》. 2017年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/gfxwj/201905/t20190522_60418.html.
- 北京市经济和信息化局. 2022. 《关于开展2021-2022年度北京市燃料电池汽车示范应用项目申报的通知》. 2022年. https://www.beijing.gov.cn/fuwu/lqfw/gggs/202204/t20220408_2670154.html.
- 北京市科学技术委员会, 北京市经济和信息化委员会, 北京市财政局, 北京市城市管理委员会和北京市交通委员会. 2018. 《北京市推广应用新能源汽车管理办法》. 2018年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/201905/t20190522_60908.html.
- 北京市人民政府. 1984. 《北京市人民政府关于搞好首都交通秩序的紧急通知》. 1984年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zfwj/zfwj/szfwj/201905/t20190523_70793.html.
- . 2021a. 《北京市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》. 2021年. http://fgw.beijing.gov.cn/fgwzgwkg/zcgk/ghjhwb/wnjh/202104/t20210401_2638614.htm.
- . 2021b. 《北京市“十四五”时期生态环境保护规划》. 2021年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202112/t20211210_2559052.html.
- . 2022a. 《北京市“十四五”时期交通发展建设规划》. 2022年. http://fgw.beijing.gov.cn/fgwzgwkg/zcgk/ghjhwb/wnjh/202206/t20220625_2751367.htm.
- . 2022b. 《北京市“十四五”时期能源发展规划》. 2022年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/zhengcefagui/202204/t20220401_2646626.html.
- 北京市人民政府办公厅. 2019. 《关于全面推行行政规范性文件合法性审核机制的实施意见》. 2019年. https://www.beijing.gov.cn/zhengce/gfxwj/202001/t20200106_1557165.html.
- 北京市生态环境局. 2021. 《全文实录|北京市现阶段大气PM_{2.5}来源解析结果新闻发布会》. 2021年. <http://sthjj.beijing.gov.cn/bjhrb/index/xxgk69/sthjlyzwg/ftgh/11143030/index.html>.
- . 2022. 《北京氢燃料电池汽车碳减排方法学(试行)》. 2022年.
- 北京市统计局和国家统计局北京调查总队. 2021. 《北京统计年鉴2021》. 2021年. <https://nj.tjj.beijing.gov.cn/nj/main/2021-tjnj/zk/indexch.htm>.
- . 2022. 《北京统计年鉴2022》. 2022年. <https://nj.tjj.beijing.gov.cn/nj/main/2022-tjnj/zk/indexch.htm>.
- . 不详. 《北京统计年鉴》. 见于2023年11月9日. <https://nj.tjj.beijing.gov.cn/nj/main/2022-tjnj/zk/indexch.htm>.
- 北京晚报. 2015. 《2014年末北京常住人口2151.6万人 三环至六环聚集1228.4万人》. 2015年. <http://politics.people.com.cn/BIG5/n/2015/0521/c1001-27037685.html>.
- 财政部, 工业和信息化部, 科技部, 发展改革委和国家能源局. 2020. 《关于开展燃料电池汽车示范应用的通知》. 2020年. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-10/22/content_5553246.htm.
- 成都市公安局, 成都市生态环境局, 成都市交通运输局, 成都市城市管理委员会和成都市住房和城乡建设局. 2022. 《2022年关于对部分货车采取交通管理措施的通告》. 2022年. http://cdjg.chengdu.gov.cn/cdjg/c113937/2022-07/25/content_3446702037494216a72a73fedf27edc7.shtml.

东莞市公安局. 2021. 《东莞市公安局关于绿色物流片区实施柴油货车限行的通告》. 2021年. https://www.autothinker.net/editor/attached/file/20220505/20220505105707_30297.pdf.

傅志寰和孙永福. 2019. 交通强国战略研究 (第一卷). 人民交通出版社股份有限公司.

公安部交通管理科学研究所. 2019. 《道路交通安全法 机动车类型》. 2019年. <https://std.samr.gov.cn/hb/search/stdHBDetailed?id=A699B8B2410A1628E05397BE0A0A69CF>.

杭州西湖风景名胜区管委会. 2023. 《杭州西湖风景名胜区管委会等3部门关于发布绿色物流区相关政策措施的通告》. 2023年. http://westlake.hangzhou.gov.cn/art/2023/5/17/art_1229288256_1831675.html.

刘莹, 程颖, 何巍楠, 赵晋, 邱诗永, 宋苏和王颖. 2018. 《北京低排放区和拥堵收费政策减排效果方法研究》. Lez-Cc. 2018年. <https://www.lez-cc.info/copy-of-73>.

全国人民代表大会. 2004. 《中华人民共和国道路交通安全法》. 2004年. https://www.gov.cn/banshi/2005-08/23/content_25575.htm.

深圳市公安局交通警察局. 2018. 《关于设置“绿色物流区”禁止轻型柴油货车通行的通告》. 2018年. http://szjj.sz.gov.cn/m/YD_ZWGG/YD_TZGG/YD_GGJG/content/post_4447252.html.

———. 2022a. 《关于继续在我市部分区域及道路限制货车行驶的通告》. 2022年. http://www.sz.gov.cn/cn/xxgk/zfxgj/tzgg/content/post_10254459.html.

———. 2022b. 《关于设置绿色物流区禁止轻型柴油货车通行的通告》. 2022年. http://www.sz.gov.cn/cn/xxgk/zfxgj/tzgg/content/post_9969657.html.

———. 2023. 《关于对新能源纯电动物流车继续实施通行优惠政策的通告》. 2023年. http://szjj.sz.gov.cn/gkmlpt/content/10/10666/post_10666420.html#2275.

生态环境部. 2014. 《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南(试行)》. 2014年. <https://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201501/W020150107594587831090.pdf>.

City of Amsterdam. 不详. 《Information per Vehicle》. Webpagina. English Site. Gemeente Amsterdam. 见于 2023年9月8日. <https://www.amsterdam.nl/en/traffic-transport/low-emission-zone/information-per-vehicle/>.

City of London. 2019. 《City of London's Beech Street Set to Become UK's First 24/7 Zero Emission Street》. City of London's Beech Street Set to Become UK's First 24/7 Zero Emission Street. 2019年. <https://news.cityoflondon.gov.uk/city-of-londons-beech-street-set-to-become-uks-first-247-zero-emission-street/>.

City of Los Angeles. 2023. 《Official City of Los Angeles Municipal Code》. American Legal Publishing. 2023年. https://codelibrary.amlegal.com/codes/los_angeles/latest/lamc/0-0-0-166198.

City of Oslo. 2023. 《Utredning og faglige anbefalinger til innføring av nullutslippssone i Oslo》. 2023年. https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13471646-1674571111/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Slik%20bygger%20vi%20oslo/Bymilj%C3%B8etaten/Nullutslippssone/20230118_Nullutslippssone_Bymilj%C3%B8etaten%20utredning%20og%20faglige%20anbefalinger%20til%20innf%C3%B8ring%20av%20nullutslippssone%20i%20Oslo.pdf.

City of Rotterdam. 2020. 《Covenant Zero Emission City Logistics Rotterdam》. 2020年. <https://logistiek010.nl/app/uploads/2022/03/Covenant-Zero-Emission-City-Logistics-Rotterdam.pdf>.

Cramer, Rosemarie, Verena Ehrler, Henrik Gudmundsson和Catherine Ittner. 2023. 《Zero-Emission Zones in the City: Don't Wait to Start with Freight!》

Los Angeles Cleantech Incubator (LACI). 不详. 《Santa Monica Zero Emissions Delivery Zone Pilot》. LACI. 见于 2023年9月8日. <https://laincubator.org/zedz/>.

Oxford City Council. 不详. 《Zero Emission Zone (ZEZ)》. 见于 2023年9月8日. <https://www.oxford.gov.uk/zez>.

Sandra Wappelhorst和Hongyang Cui. 2022. 《Update on zero-emission zone》.

Steimer, Hamilton, Vishant Kothari和Sarah Cassius. 2022. 《Zero-Emission Delivery Zones: Decarbonizing Urban Freight and Goods Delivery in U.S. Cities》. World Resources Institute, 十一月. <https://doi.org/10.46830/wriwp.22.00022>.

Transport for London. 2019. 《Guidance Note for Local Zero Emission Zones》. 2019年. <https://content.tfl.gov.uk/tfl-guidance-for-local-zero-emission-zones.pdf>.

致谢

本研究是国家自主贡献亚洲交通倡议项目 (NDC Transport Initiative for Asia, NDC-TIA) 的产出。该项目支持中国、印度和越南乃至全球各国全面开展交通减排战略研究,提升交通低碳发展的雄心。国家自主贡献亚洲交通倡议项目是国际气候倡议 (IKI) 的一部分。德国联邦经济和气候保护部 (BMWK) 根据德国联邦议院决议,为国际气候倡议提供支持。该项目中国部分实施方包括德国国际合作机构 (GIZ)、国际清洁交通委员会 (ICCT) 和世界资源研究所 (WRI),项目也得到德国交通转型智库 (AGORA) 在德国的支持。欲了解更多项目信息,请访问项目网站<https://www.ndctransportinitiativeforasia.org/>。

作者向为本研究提供支持和意见的机构和专家表示诚挚的感谢。感谢世界资源研究所方莉博士与刘哲博士对报告提供的中肯意见和指导,也感谢为本报告的撰写提供了宝贵专业建议的专家与同事(排名不分先后):

郝春晓	中国环境科学研究院机动车排污监控中心
甘家华	交通运输部规划研究院现代物流研究所
赵世佳	工业和信息化部装备工业发展中心
薛亦峰	北京市生态环境保护科学研究院
杨妍妍	北京市生态环境监测中心
吴亦政	北京交通大学交通学院
林嘉颖	世界资源研究所
黄卓辉	世界资源研究所
周伟琪	世界资源研究所
张黛阳	世界资源研究所

此外,作者感谢为本研究做了大量文献搜集与数据分析工作的世界资源研究所优秀实习生王子齐和杨皓程。

作者介绍

薛露露, 中国交通项目总监, 世界资源研究所(美国)北京代表处. 邮箱: Lxue@wri.org

陈轲, 交通分析员, 世界资源研究所(美国)北京代表处.

支持机构



on the basis of a decision
by the German Bundestag

关于世界资源研究所

世界资源研究所是一家独立的研究机构，其研究工作致力于寻求保护环境、发展经济和改善民生的实际解决方案。

我们的挑战

自然资源构成了经济机遇和人类福祉的基础。但如今，人类正以不可持续的速度消耗着地球的资源，对经济和人类生活构成了威胁。人类的生存离不开清洁的水、丰饶的土地、健康的森林和安全的气候。宜居的城市和清洁的能源对于建设一个可持续的地球至关重要。我们必须在未来十年中应对这些紧迫的全球挑战。

我们的愿景

我们的愿景是通过对自然资源的良好管理以建设公平和繁荣的地球。我们希望推动政府、企业和民众联合开展行动，消除贫困并为全人类维护自然环境。

我们的工作方法

量化

我们从数据入手，进行独立研究，并利用最新技术提出新的观点和建议。我们通过严谨的分析、识别风险，发现机遇，促进明智决策。我们重点研究影响力较强的经济体和新兴经济体，因为它们对可持续发展的未来具有决定性意义。

变革

我们利用研究成果影响政府决策、企业战略和民间社会行动。我们在社区、企业和政府部门进行项目测试，以建立有力的证据基础。我们与合作伙伴努力促成改变，减少贫困，加强社会建设，并尽力争取卓越而长久的成果。

推广

我们志向远大。一旦方法经过测试，我们就与合作伙伴共同采纳，并在区域或全球范围进行推广。我们通过与决策者交流，实施想法并提升影响力。我们衡量成功的标准是，政府和企业的行动能否改善人们的生活，维护健康的环境。

图片说明

Cover 360che.com; pg. i Unsplash/Tao Yuan; pg. iv Caleb Ruitter; pg. vi Unsplash/zhang kaiyy; pg. vi <https://www.13910087904.com/product>; pg. vii yunshuren.com; pg. xi Unsplash/Han Chenxu; pg. xii Unsplash/Nick Fewings; pg. xiv 699pic.com; pg. xiv-xv yunshuren.com; pg. xx Unsplash/Yu Ao Feng; pg. 4 Unsplash/Christian Chen; pg. 11 Unsplash/Mitchell Luo; pg. 12 Unsplash/Mak; pg. 20 www.beijingtrucks.com; pg. 21 yunshuren.com; pg. 25 Unsplash/Markus Winkler; pg. 26 699pic.com; pg. 29 Unsplash/Nigel Tadyanehondo; pg. 40 Unsplash/Riya ZHOU; pg. 42 360che.com; pg. 51 Unsplash/jay huang; pg. 52 Unsplash/zhang kaiyy.

世界资源研究所 (WRI) 出版物, 皆为针对公众关注问题而开展的适时性学术性研究。
世界资源研究所承担筛选研究课题的责任, 并负责保证作者及相关人员的研究自由, 同时积极征求和回应咨询
团队及评审专家的指导意见。若无特别声明, 出版物中陈述观点的解释权及研究成果均由其作者专属所有。





世界资源研究所
WORLD RESOURCES INSTITUTE

世界资源研究所(美国)北京代表处
北京市东城区东中街9号
东环广场写字楼A座7层K-M室
邮编:100027
电话:+86 10 6416 5697
WWW.WRI.ORG.CN