

# 粤港澳大湾区商用车 全面电动化转型研究

2024年6月



能源与交通创新中心

## 关于能源与交通创新中心

能源与交通创新中心（iCET）是致力于清洁交通、能源转型和气候变化领域研究与发展的专业智库机构，是在中国北京注册的非营利性社会组织。iCET 核心使命是为政府、企业、公众提供能够缓解能源和气候危机并创造绿色能源生态体系所亟需的创新型解决方案。

我们的工作职责是：

- 引荐国际最佳实践方案
- 专业咨询及能力建议
- 规划与协调
- 公共宣传

过去的十几年中，作为清洁能源交通及气候政策的智库机构，iCET 建立了良好的声誉。我们秉承着创新的原则，致力于科学研究，并保证成果的独立性和实用性。

## 致谢

本研究由 Climate Imperative Foundation 提供资金支持，同时感谢能源基金会中国和休利特基金会对我们所提供的慷慨支持。

本报告中表达的观点和意见均为作者的观点和意见，并不一定反映资助者的观点或立场。

# 目录

主要结论 .....	1
01 引言 .....	3
02 粤港澳大湾区商用车电动化发展现状 .....	5
03 全面电动化转型涵义 .....	7
04 粤港澳大湾区区域与商用车应用场景分类 .....	8
05 粤港澳大湾区商用车全面电动化时间表 .....	11
06 粤港澳大湾区商用车全面电动化面临的挑战 .....	21
07 推动建立零排放区/通道以加速电动化转型 .....	23
08 推动深港跨境货运零排放通道 .....	29
09 商用车全面电动化转型不确定因素 .....	33
10 粤港澳大湾区商用车全面电动化转型建议 .....	35
参考资料 .....	37

## 图目录

图 1 2023 年全球平均地表温度与 1991-2020 年平均值相比的地图 .....	3
图 2 粤港澳大湾区地理位置及城市分布 .....	4
图 3 粤港澳大湾区各城市产业结构组成（2022） .....	5
图 4 珠三角城市不同商用车场景下新能源汽车渗透率情况（2023） .....	6
图 5 商用车全面电动化转型技术路线 .....	7
图 6 粤港澳大湾区区域分级情况 .....	8
图 7 商用车全面电动化时间表制定流程 .....	11
图 8 粤港澳大湾区不同商用车应用场景的电动化转型现状与未来规划 .....	15
图 9 深圳市不同商用车应用场景的电动化转型进程预测 .....	16
图 10 广州市不同商用车应用场景的电动化转型进程预测 .....	17
图 11 其他珠三角地区不同商用车应用场景的电动化转型进程预测 .....	17
图 12 香港（上图）和澳门（下图）地区不同商用车应用场景的电动化转型进程预测 .....	18
图 13 粤港澳大湾区商用车全面电动化转型时间表总结 .....	20
图 14 大湾区高速公路网（左）与交通分配流量图（右） .....	24
图 15 零排放区/通道试点的选取原则 .....	24
图 16 广深沿江高速和惠深沿海高速路段介绍 .....	26
图 17 高速公路零排放管控交通影响示意图 .....	27
图 18 深港跨境货运交通组织模式及走廊运行情况 .....	29
图 19 深港跨境零排放货运通道试点路段和实施路径 .....	30
图 20 深港跨境货运零排放通道试点面临挑战与解决方案建议 .....	32

## 表目录

表 1 研究中使用的商用车应用场景分类（珠三角） .....	9
表 2 汽车类型划分标准（珠三角） .....	9
表 3 研究中使用的商用车应用场景分类（香港和澳门） .....	10
表 4 主要备选路段参数比较 .....	25
表 5 深港跨境货运零排放通道试点路段经济可行性分析 .....	31
表 6 不确定性因素对大湾区商用车全面电动化转型时间表的影响 .....	34

## 名词缩写

缩写名词	涵义
GBA	the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, 指粤港澳大湾区
GDP	the Gross Domestic Production, 指国内生产总值
GPS	the Global Position System, 指全球定位系统
GSBP	Government Sustainable Bond Programme, 指香港特区政府所实行的“政府可持续债券计划”
ICE	the Internal Combustion Engine, 指内燃机
NOAA	the National Oceanic and Atmospheric Administration, 指（美国）国家海洋和大气治理署
PCU	Passenger Car Units, 指“标准车当量数”，是将实际的机动车和非机动车交通量按照一定的折算系数换算成某种标准车型的当量交通量
PRD	the Pearl River Delta, 指珠三角地区
TCO	the Total Cost of Ownership, 指（研究中针对车辆）总拥有成本

## 主要结论

### ➤ 本研究提出基于区域和应用场景的粤港澳大湾区商用车全面电动化转型时间表

本研究系统梳理了粤港澳大湾区商用车不同应用场景的电动化转型现状及面临的挑战，发现商用车电动化转型呈现出非常显著的地区差异和场景差异。为此，研究基于经济发展水平、社会管理制度、电动化转型经验，同时考虑其他影响因素，对粤港澳大湾区进行了区域分级；基于车辆特征、运行规律、车队管理体系等因素对商用车应用场景进行了划分。本研究综合考虑了国家和地方性的商用车电动化转型目标与政策、各场景的电动化转型现状与存在挑战、场景特点、场景车辆的电动化成本，同时结合场景的实地调研反馈，提出了基于区域和应用场景的粤港澳大湾区商用车全面电动化转型时间表。本研究中，“全面电动化”是指新车销售中至少 95% 的为零排放汽车。

公共领域车辆全面电动化因政策差异呈现出显著的地区差异特性。目前珠三角城市基本完成城市公交的全面电动化，而澳门和香港则分别推迟至 2025 年和 2035 年前后。同时，珠三角地区的其他公共领域车辆在“2035 年公共领域全面电动化”目标的引导下加速向电动化转型，香港和澳门则缺乏更加具体的转型目标。

以重型货车为运载工具的运输场景的电动化转型时间相对滞后，运输路线和距离成关键影响因素。零排放重卡购置价格及总拥有成本偏高（相比于同级别传统燃油车辆）、充电不方便、充电时间较长、车队转型意愿不积极，是导致以重型货车为运载工具的运输场景的电动化转型时间滞后的主要因素。其中，由于建设充/换电基础设施的可行性更高，短距离、固定路线或封闭园区运输场景的电动化显现出优势。

### ➤ 零排放区/通道是推动商用车全面电动化转型的有效手段，近期着重推动试点项目

本研究识别出大湾区部分城际公路具备规划和建设零排放区/通道的条件，但具体的实施方案和路径仍需进一步探讨。零排放区/通道管控涉及到路权的重新分配，目前大湾区并没有建立相应的法律框架。此外，对高速公路实施货车零排放管控，会对高速公路通行车流量、路费收入、管养成本等造成影响，未来仍需探索制定多元化的补贴方案和提高高速公路公司增收的相关措施。针对物流企业、货车司机及物流委托企业，建议通过提供零排放车辆运营补贴、高速公路通行优惠、停车优惠，健全基础设施服务网络等手段，提高其对零排放区/通道的支持力度。

实施深港跨境货运零排放通道可以为零排放区/通道建设提供宝贵经验。深港跨境货运是公路货运的一种特色形态，且以短距离运输为主，空间分布上特点明显：西部货运以集装箱运输为主，东部则以食品生鲜和日用品为主。上述特征使得深港跨境货运兼具建设零排放区/通道的战略可行性和项目示范性。深港跨境货运零排放通道试点目前已经得到两地政府和行业支持，实施路径具备可行性，未来可成为大湾区乃至全国零排放区/通道建设的典型项目，持续输出宝贵经验。

➤ **推动大湾区商用车全面电动化转型需要粤、港、澳三地发挥错位优势，相互借鉴和学习**

推动大湾区商用车全面电动化转型需要粤、港、澳三地发挥错位优势，相互借鉴和学习。其一，香港和澳门可发挥自由经济特长在交通相关的绿色金融模式方面持续创新，尤其是建立一些缓解车队运营商投资和成本压力的绿色金融模式；其二，统一大湾区相关标准体系，目前最迫切的是解决三地电动汽车的充电兼容性问题；其三，在零排放车辆补能基础设施布局和建设方面，建议更多利用珠三角的土地资源优势，减轻香港和澳门地区的土地使用压力。

## 01 引言

### (1) 交通排放持续增加，向零排放转型成为减缓气候变化的必然选择

全球气候变化问题依然严峻。2023 年全球与能源相关的二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放量增长了 1.1%，达到 374 亿吨的新高。不断增加的碳浓度深刻影响着全球气候，美国国家海洋和大气管理局（NOAA）发布的数据显示，2023 年是自 1850 年有全球纪录以来最热的一年<sup>[1]</sup>。为应对这一挑战，全球已有 148 个国家制定了碳中和目标，这些国家覆盖了全球 92% 的经济体量、89% 的人口数量以及 88% 的温室气体排放量。

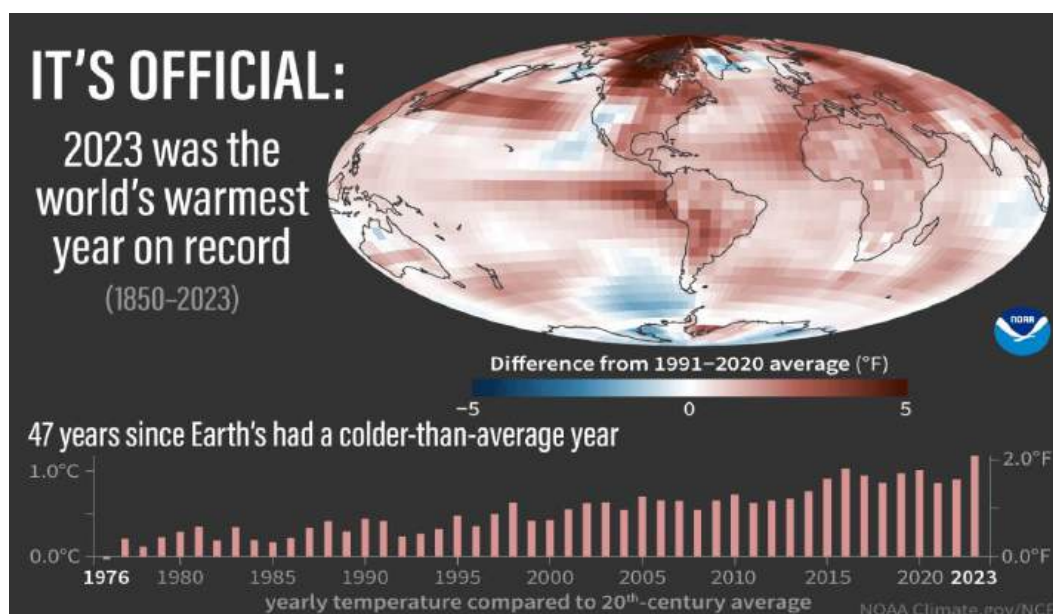


图 1 2023 年全球平均地表温度与 1991-2020 年平均相比的地图

近年来交通部门对全球温室气体排放的贡献接近四分之一，并且交通部门的温室气体排放量仍处在增长阶段。在全球约 45% 的国家中，交通已经成为能源相关领域的首要排放源，在余下的其他国家中也已成为第二大排放源。即使现有和承诺的政策全部兑现，到 2050 年全球交通碳排放会增加 20%，更激进的政策也难以使交通部门完全实现零排放。因此，要实现《巴黎协定》中将全球平均温升控制在 2°C 以内并争取控制在 1.5°C 以内的目标，交通部门的减排至关重要。

### (2) 商用车减排是交通零排放转型的重点和难点

交通部门碳排放对中国社会碳排放总量的贡献超过 10%。其中，约 45% 的交通碳排放来自于商用车。商用车的类别多样性、应用场景差异性、经济成本敏感性和管理复杂性等特征已成行业共识，因此相较于乘用车，商用车电动化转型面临的挑战更加艰巨，进度也明显滞后。2023 年，中国新能源乘用车市场渗透率接近 35%，同期新能源商用车渗透率仅

为 11%。

针对商用车这一“难减排”领域，政府、行业、车企及用户等利益相关方之间形成了紧密的合作关系，借助合力共同推动商用车电动化转型。基于商用车的上述特征，政府层面优先鼓励公共领域车队进行全面电动化转型，部分行业也根据其业务特点选择更适合的电动化转型路线（如短途集疏港运输采用换电重卡模式运行），用户和车企之间的交流也比以往更加紧密，基于用户需求进行商用车定制的服务模式正在不断完善，使其更符合用户预期。

作为服务公众出行和支撑经济发展的重要工具，商用车电动化转型需要稳步推进。在这一过程中，识别各类商用车应用场景的电动化优先级并有序推动其转型是十分必要的。在充分借鉴国际先进经验的基础上，在部分区域试点推动零排放商用车的相关措施并积累经验，也将对未来大规模推进商用车电动化产生重要且积极的影响。

本研究将以中国粤港澳大湾区为研究区域，提出基于应用场景的商用车电动化转型时间表，并在推动商用车全面电动化转型的路径中，对零排放区/通道进行重点分析。最后，针对粤港澳大湾区商用车全面电动化转型面临的挑战，提出政策建议和解决方案。



图 2 粤港澳大湾区地理位置及城市分布

## 02 粤港澳大湾区商用车电动化发展现状

粤港澳大湾区（简称“大湾区”）是指由香港特别行政区、澳门特别行政区和中国广东省的广州市、深圳市、珠海市、佛山市、惠州市、东莞市、中山市、江门市以及肇庆市（即，珠三角九市）共同组成的区域。“粤港澳大湾区”于 2015 年在中共中央“一带一路”文件中首次提出，2017 年被纳入政府工作报告，2019 年中共中央和国务院共同印发《粤港澳大湾区发展规划纲要》，将推动粤港澳大湾区建设上升至国家级发展战略，将其打造成为继纽约湾区、旧金山湾区和东京湾区之后的全球第四大湾区。粤港澳大湾区面积约 5.6 万平方公里（全国占比 0.6%），截至 2022 年底大湾区常住人口约 8262 万（全国占比 5.9%），2022 年经济总量达到 13.1 万亿元，占全国 GDP 总量的 10.8%，是中国最具有经济活力的地区之一。从产业结构来看，粤港澳大湾区处在工业经济向服务经济的转型阶段，香港和澳门以第三产业为主，第三产业占比均在 90%以上，广州、深圳和珠海三市第三产业占比超过 50%，佛山、东莞和惠州第二产业占比超过 50%，江门、中山和肇庆第二产业占比在 40~50%之间，正处于工业化快速推进的阶段。

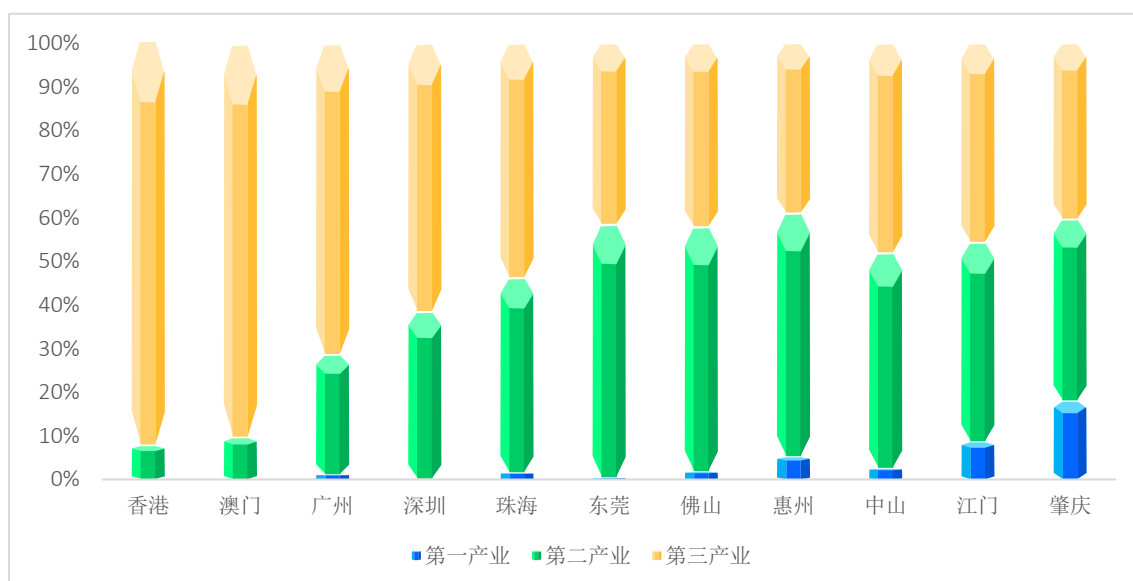
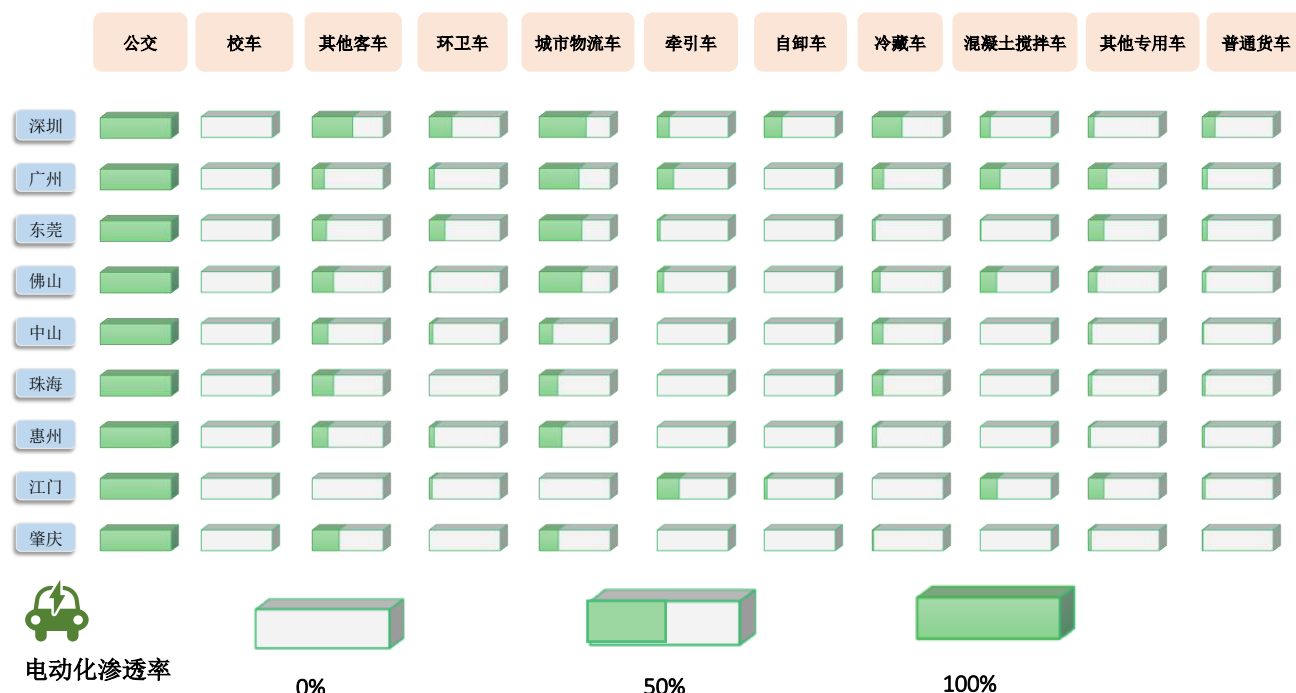


图 3 粤港澳大湾区各城市产业结构组成（2022）

在粤港澳大湾区经济高速发展的带动下，商用车保有量快速增加，2022 年大湾区客车总量约为 17 万辆，货车总量达到 215 万辆。其中，珠三角九市商用车保有量在过去十年间增加了 40%，香港和澳门商用车整体结构已经较为稳定，保有量也仅有小幅增加。

粤港澳大湾区商用车电动化呈现出了明显的场景差异性和地区差异性。从场景来看，公交车目前的新能源市场渗透率已经达到 100%，在所有场景中电动化转型情况最好，城市物流车和其他客车的电动化转型情况整体较好，但自卸车、牵引车、普通货车以及专用车的电动化转型仍处在起步阶段。分区域来看，深圳在新能源商用车的推广应用方面领先

于其他珠三角城市，绝大多数场景下新能源汽车的渗透率都高于其他城市，其他客车、环卫车、自卸车和普通货车这些场景下的电动化转型优势尤其明显。广州和东莞两城市的新能源商用车应用仅次于深圳。



数据来源：车辆上险数据，绿色数据条代表各类车型在 2023 年的细分市场渗透率，iCET 整理；其他客车是指客车中除公交和校车之外的其他车辆。

图 4 珠三角城市不同商用车场景下新能源汽车渗透率情况（2023）

香港的商用车辆目前仅在小范围试用新能源汽车。其中，在已上牌的车辆中，仅有 39 辆电动巴士（占比 0.32%）和 423 辆电动货车（占比 0.36%）<sup>[2]</sup>。澳门方面，据统计资料，2022 年澳门城市公交车队中约 37.5% 的车辆为电动汽车<sup>[3]</sup>。按车重划分，2022 年澳门共注册有 3035 辆电动轻型车辆，占全部轻型车辆的比重为 2.66%，电动重型车辆共计 820 辆，占全部重型车辆的比重达到 11.32%。

## 03 全面电动化转型涵义

商用车应用场景复杂多样，与乘用车相比，商用车通常具有更高的运行频率，更长的运行距离，运营服务商对经济成本也更加敏感。以上因素都导致在商用车全面电动化进程中，需要发展多样化的技术路线来满足不同场景的运行需求。

本研究所指“全面电动化”是一个更加广泛的概念，现有的纯电动，氢燃料电池及强插混（以纯电动行驶为主）汽车均可包括在“全面电动化”技术路线之下。零碳内燃机汽车虽不算是电动化路线，但属于零排放范畴。在全面电动化转型时间表制定过程中，我们将使用“零排放汽车”来统一指代不同技术路线的车辆，而不再对具体技术路线做分别研究。我们所指的零排放商用车为一类车辆的统称，在车型选择上也将保持技术中立。我们认可在不同阶段，不同类型零排放商用车的发展存在差异，造成这种局面的因素也是多方面的，包括技术发展、市场投资、政策导向等。

本研究对“全面电动化”的定义为，各场景下，新车销售中至少 95%的为零排放汽车。这是因为，一些场景中需要有部分备用车辆，如城市公交、校车等场景，还有一些地区可能无法完全使用零排放车辆，如地势崎岖的山区。而与零排放汽车相比，燃油车辆被认为具有更好的稳定性，更适合作为备用车辆，或者在特殊地区进行使用。



图 5 商用车全面电动化转型技术路线

## 04 粤港澳大湾区区域与商用车应用场景分类

本研究的地理范围包括粤港澳大湾区 11 个城市，研究车辆是指 GB/T 3730.1-2001 国家标准所划分的“商用车辆”，具体包括所有的载货汽车和 9 座以上的客车。

区域分级的目的在于，根据区域特征和交通电动化情况，提出差异化的全面电动化时间表和推进措施。研究基于经济发展水平、社会管理制度、电动化转型经验，同时考虑其他影响因素，将粤港澳大湾区分为深圳、广州、其他珠三角城市、香港和澳门五个级别（在某些情况下，由于国家政策的高度统一性，“全部珠三角地区”也可作为一个特殊的分类而呈现）。



注：香港、澳门人均 GDP 数值来自于世界银行，其他数值由 iCET 根据广东省统计年鉴进行整理。

图 6 粤港澳大湾区区域分级情况

商用车具有多种应用场景，不同场景下的车辆特征、运行规律、管理体系等都存在明显差异。正是由于上述差异，中国在推动商用车电动化转型时，主要基于不同的应用场景进行目标规划和提供政策支持。本研究对商用车应用场景的分类如表 1 所示。

表 1 研究中使用的商用车应用场景分类（珠三角）

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	说明
客运	城市客运	城市客车	运营城市公交线路
		校车	接送中、小学生及幼儿园上、下学，业务量处在相对稳定的水平
	城际客运	城际、省际间客运	主要指中长距离的旅客运输，受经济发展、天气等因素影响较大
物流运输	城市物流	常规城市物流	进行城市内快递的揽收配送或市内搬家等，单次运距在15公里以内
		城市冷链运输	主要用于运送需要维持冷冻或保鲜的货物，单次运距在15公里以内
	城际物流	网点到分拨中心	单次运距约200公里，主要使用中重型货车
		仓储运输	单次运距约500公里，主要使用重型货车
		冷链运输	主要使用中重型冷藏车
	干线物流		单次运距在500公里以上，主要使用重型货车、牵引车
集疏港运输	短途	主要使用重型货车、牵引车	
	干、支线	单次运距在200公里以上，主要使用重型货车、牵引车	
环卫工作	垃圾收运	社区到收运站	每日运距约50公里，主要使用轻型、中型垃圾车
		收运站到垃圾站	单次运距约200公里，主要使用重型垃圾车
	路面洗扫	洒水、洗扫、吸扫等	单次运距约50公里，所用车辆为专用作业车
工程专用	城建渣土		单次运距约50公里，主要使用自卸车，用于城建渣土和建筑垃圾运输，往返于施工场地和堆填场地间
	混凝土搅拌	搅拌站到施工场地	主要使用中重型混凝土搅拌车
其他专用	封闭作业场景		具有固定路线，主要使用换电牵引车，并具备建设换电站的条件
	重点行业厂站运输		用于钢铁厂、水泥厂等重点行业货物的运输
	机场内作业		使用电源车、气源车、空调车、加油车等专用车辆

其中，轻型、中型和重型车辆的划分标准如表 2 所示。

表 2 汽车类型划分标准（珠三角）



本研究中香港与澳门特别行政区的商用车辆划分与珠三角城市略有区别，具体如表 3 所示，这是因为受可获得的数据资料限制，难以识别车辆具体使用场景，同时香港和澳门两地的电动商用车市场以及针对商用车辆的电动化转型政策还不够成熟和多元，尚不能为研究中商用车应用场景区的划分和全面电动化转型预测提供充足依据。

**表 3 研究中使用的商用车应用场景分类（香港和澳门）**

	主要用途	应用场景	说明
商用车 (香港)	客运	巴士	运营城市公交线路
		小巴	巴士和铁路的辅助及接驳交通工具
	货运	轻型货车	车辆总重量不超过5.5吨的货车，最常见的为van
		中型货车	车辆总重量超过5.5吨而在24吨及以下的货车
		重型货车	车辆总重量超过24吨而在38吨及以下的货车
商用车 (澳门)	客运	公共汽车	运营城市公交线路
		轻型客车	用于载客、设计总重量不少于350 kg但不多于3500 kg的、连驾驶员在内载客量不超过九人的车辆
		重型客车	用于载客、设计总重量超过3500 kg或连驾驶员在内载客量超过九人的车辆
	货运	轻型货车	用于载货、设计总重量不少于350 kg但不多于3500 kg的、连驾驶员在内载客量不超过九人的车辆
		重型货车	用于载货、设计总重量超过3500 kg或连驾驶员在内载客量超过九人的车辆

## 05 粤港澳大湾区商用车全面电动化时间表

本研究提出了基于商用车应用场景的全面电动化转型时间表，该表的制定流程如图 7 所示。对于某一场景，如政府已经提出全面电动化转型的目标年份，则在研究中也使用该时间节点。如没有，则需要考虑多种影响因素，包括但不限于该场景的电动化优先级，场景使用主要车型的油/电车辆总拥有成本（TCO）对比，以及场景实地调研所获得的反馈信息。其中，不同应用场景的电动化优先级是在一套包括定量指标和定性指标的方法学体系下通过行业专家评估而获得的<sup>1</sup>。

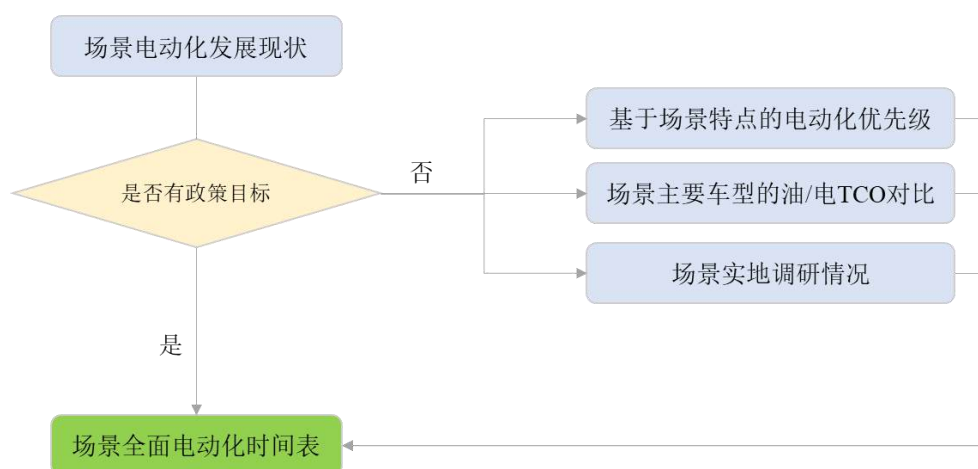


图 7 基于商用车应用场景的全面电动化时间表制定流程

通过实地调研，研究梳理了粤港澳大湾区商用车不同应用场景下的电动化转型情况与未来规划，具体见图 8。不同应用场景的电动化转型呈现出如下特征：

- (1) 客运场景的电动化转型在地区层面的差异更为显著。尤其是在珠三角地区基本实现了公交客运场景的全面电动化转型后，香港和澳门地区面临的压力更大，挑战也更为严峻。
- (2) 珠三角在公共领域的电动化转型方面已经有明确的政府指令，市场发展方向较为明确。
- (3) 在以重型车辆为主的应用场景下，粤港澳大湾区不同地区都面临着相似的挑战和问题，这些挑战主要体现在成本、车辆技术和行业生态三个维度。

<sup>1</sup> 更多详细内容，见能源与交通创新中心（2023）项目报告：《商用车应用场景电动化评估报告》

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	图示	电动化转型情况与未来规划
客运	城市客运	城市公交/巴士/小巴		<ul style="list-style-type: none"> <li>珠三角从2016年起，新增或更新的公交车必须100%为NEV；目前珠三角城市基本已经完成公交车的全面电动化（部分城市为中心城区全面电动化）</li> <li>香港目前仅有少量电动巴士示范运营，EPD表示会优先考虑小巴电动化，近期可能出台巴士电动化目标</li> <li>2022年澳门有37.5%的巴士已经电动化，政府预计2027年前后全部完成巴士电动化转型</li> </ul>
		校车		<ul style="list-style-type: none"> <li>出于安全考虑，目前中国校车市场上并未将电动校车纳入汽车产品公告，这意味着没有向纯电动校车提供市场准入证</li> <li>年销量仅为1~2万辆，对商用车全面电动化转型进度的影响较弱，电动化转型进程可以偏保守些</li> </ul>
	城际客运	城际客运（珠三角）		<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳公路客运车辆的电动化率约为30%，广州约20%，其他珠三角城市约为10%</li> </ul>
		轻型/重型客车（澳门）		<ul style="list-style-type: none"> <li>澳门公路客运目前仅有极少量的电动汽车</li> </ul>
物流运输	城市物流	常规城市物流		<ul style="list-style-type: none"> <li>珠三角近一半城市该场景的电动化渗透率超过50%，深圳最高</li> <li>受多项政策推动，是《推动公共领域车辆电动化行动计划》所列领域之一</li> </ul>
		城市冷链运输		<ul style="list-style-type: none"> <li>2023年，全国新能源冷藏车市场渗透率约为5.8%，低于商用车整体水平</li> <li>为城市物流运输的一个分支，理论上应与常规城市配送场景电动化目标相同，但也应考虑市场、技术的综合发展情况</li> </ul>

场景用途	一级应用场景		二级应用场景	图示	电动化转型情况与未来规划
物流运输	城际物流	网点到分拨中心		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中等使用频率的电动重型载货汽车与其对应的燃油车型达到TCO平价的时间点在2025~2030年之间</li> <li>• 暂无具体的电动化发展规划</li> </ul>	
		仓储运输			
		冷链运输			
	干线物流				
	集疏港运输	短途		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 深圳、广州是全球排名前十的大型港口，集疏港运输业务发达，有望为该场景的电动化提供业务支撑，保障车队效益</li> <li>• 暂无具体的电动化发展规划，但一些地方政府已经意识到该场景可作为重卡电动化发展的突破口之一</li> </ul>	
		干、支线			

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	图示	电动化转型情况与未来规划
环卫作业	垃圾收运、路面洗扫等			<ul style="list-style-type: none"> <li>截至2023年6月，深圳市电动环卫车数量达到5000台，占全部保有量的比重为87%；其他城市也在积极推广零排放环卫车</li> <li>属公共领域，是《推动公共领域车辆电动化行动计划》所列领域之一</li> </ul>
工程专用	城建渣土运输			<ul style="list-style-type: none"> <li>目前深圳市共有4200辆纯电动泥头车，但约1/3处于闲置；广州、佛山积极推动氢能泥头车</li> <li>除深圳有2025近期目标外，其他城市暂无电动化发展规划</li> </ul>
	混凝土搅拌			<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳市2023年共有118辆新能源搅拌车登记上牌；广州、佛山积极推进氢燃料电池搅拌车的应用</li> <li>暂无具体的电动化发展规划</li> </ul>
其他专用	矿山/港口短倒			<ul style="list-style-type: none"> <li>深圳赤湾港有66辆充换电一体式纯电动拖车</li> <li>港内拖车为《推动公共领域车辆电动化行动计划》所列领域之一。深圳市要求“推动港口内燃油拖车更新置换”，并提供资金补贴，目标是到2024年完成港内拖车全部清洁能源化；广州市鼓励发展但没有具体目标</li> </ul>
	重点行业厂站运输			<ul style="list-style-type: none"> <li>水泥、焦化等均为高污染高排放行业</li> <li>生态环境部对水泥、焦化行业有清洁运输要求，对于大气污染防治重点区域，2025年底前新能源汽车替代比例不低于60%，厂内则全部使用新能源运输车辆</li> </ul>
	机场内作业			<ul style="list-style-type: none"> <li>机场内作业车种类多，运行频率中等，作业环境相对封闭，路线相对固定</li> <li>为《推动公共领域车辆电动化行动计划》所列领域之一</li> </ul>

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	图示	电动化转型情况与未来规划
其他专用	其他作业场景			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 包括医疗救护、消防、工程抢险等场景，对车辆技术特性和作业时效都有着非常严格的要求，安全级别要求严格</li> <li>• 目前，新能源车辆在上述场景内极少</li> </ul>
香港货运	\			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前共有11.6万辆货车，电动货车仅有423辆，且主要为轻型货车</li> <li>• 以10年使用周期算，电动货车具备一定优势，但香港车辆使用寿命一般为15~18年，会产生电池更换费用</li> <li>• 市场上可选电动车型数偏少</li> <li>• 企业转型意识和意愿很强，在政府资助下进行新能源货车试用，但如果政府没有更进一步的要求或者更持续的资金资助，仍不会大规模购买和使用新能源交通工具，而是将选择权交予市场发展</li> <li>• 暂无具体的电动化发展规划</li> </ul>
澳门货运	\			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 目前共有电动重型车820辆</li> <li>• 市场上可选电动车型数偏少</li> </ul>

图 8 粤港澳大湾区不同商用车应用场景的电动化转型现状与未来规划

对深圳而言，由于已经有较为丰富的特定场景电动化转型经验，且政府也制定了较为积极的转型规划，深圳市不同商用车应用场景的电动化转型进程可以较为平稳地推进。

深圳早在 2016 年起就要求新增和置换的公交车必须 100%为新能源汽车，并于 2017 年在全球率先实现公交车队的全面电动化。这一转型案例也为深圳市其他领域的电动化转型提供了经验。截至 2023 年 6 月，深圳市电动环卫车数量达到 5000 台，占全部保有量的比重为 87%，预计可在 2025 年前后完成全部燃油环卫车的替换。此外，深圳市还提出了在 2024 年完成港内拖车的新能源化更新。受“2035 年公共领域全面电动化”试点项目的推进，其他公共领域车辆有望在 2030 年或之前实现新增和替换车辆的全面电动化。同时，深圳市对工程专用车辆和集疏港运输场景的电动化颇为重视，预计这些领域车辆的电动化转型也将在 2030 年或之前达成。对于其他场景，电动化的主要制约因素除了经济成本外，还包括安全性因素和运营线路的补能基础设施网络健全程度，整体转型时间可适当推迟至 2035 至 2040 年左右。

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	已完成	2025	2030	2035	2040	2045	2050
客运	城市客运	城市公交							
环卫作业	垃圾收运	社区到收运站							
		收运站到垃圾站							
	路面洗扫								
其他专用	矿山/港口短倒								
物流运输	城市物流	常规城市物流							
其他专用	重点行业厂站运输	机场内作业							
物流运输	城市物流	城市冷链运输							
		集疏港运输	短途						
工程专用	城建渣土	混凝土搅拌							
客运	城际客运								
物流运输	集疏港运输	干、支线							
客运	城市客运	校车							
物流运输	城际物流	网点到分拨中心							
		仓储运输							
		冷链运输							
其他专用	干线物流								
其他专用	其他作业场景								

注：图中时间表为各场景新增和替换车辆实现全面电动化的时间。

图 9 深圳市不同商用车应用场景的电动化转型进程预测

广州市不同商用车应用场景的电动化转型先后顺序与深圳类似，但时间上要滞后于深圳，尤其是在环卫作业、工程专用作业以及矿山/港口等封闭作业场景方面要滞后于深圳 3-5 年左右，广州目前还没有较为激进的推进计划，而上述这些场景普遍被认为是可以通过经济、行政等支撑手段提前进行电动化转型的。

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	已完成	2025	2030	2035	2040	2045	2050
客运	城市客运	城市公交							
环卫作业	垃圾收运	社区到收运站							
		收运站到垃圾站							
	路面洗扫								
其他专用	矿山/港口短倒								
物流运输	城市物流	常规城市物流							
其他专用	重点行业厂站运输								
	机场内作业								
物流运输	城市物流	城市冷链运输							
	集疏港运输	短途							
工程专用	城建渣土								
	混凝土搅拌								
客运	城际客运								
物流运输	集疏港运输	干、支线							
客运	城市客运	校车							
物流运输	城际物流	网点到分拨中心							
		仓储运输							
		冷链运输							
	干线物流								
其他专用	其他作业场景								

注：图中时间表为各场景新增和替换车辆实现全面电动化的时间。

图 10 广州市不同商用车应用场景的电动化转型进程预测

其他珠三角地区的电动化转型进程较为缓慢，转型时间表整体后移。不过，对非珠三角地区的七座城市而言，多数城市仍有较大的经济发展压力，政府能够提供的财政和政策支持不如深圳和广州两地，缓慢推进商用车应用场景的电动化转型实际上更加符合城市定位。

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	已完成	2025	2030	2035	2040	2045	2050
客运	城市客运	城市公交							
环卫作业	垃圾收运	社区到收运站							
		收运站到垃圾站							
	路面洗扫								
物流运输	城市物流	常规城市物流							
其他专用	重点行业厂站运输								
	机场内作业								
物流运输	城市物流	城市冷链运输							
	集疏港运输	短途							
其他专用	矿山/港口短倒								
工程专用	城建渣土								
	混凝土搅拌								
客运	城际客运								
物流运输	集疏港运输	干、支线							
客运	城市客运	校车							
物流运输	城际物流	网点到分拨中心							
		仓储运输							
		冷链运输							
	干线物流								
其他专用	其他作业场景								

注：图中时间表为各场景新增和替换车辆实现全面电动化的时间。

图 11 其他珠三角地区不同商用车应用场景的电动化转型进程预测

尽管香港和澳门特区政府和多数运输企业对电动化转型表现出强烈的意愿，在两地推进商用车的电动化转型仍旧困难重重。研究调研获悉，两地运输企业对电动车辆的技术成熟度要求远高于珠三角地区，目前来看，集中进行大批量电动车辆置换的可能性较低，两地的商用车电动化转型更可能遵循市场淘汰和自然替代的规律。香港和澳门两地的商用车全面电动化转型时间表如图 12 所示。

香港目前尚未对巴士车队提出具体的转型计划，不过香港巴士的平均寿命长达 15 年以上，若要在 2050 年实现交通碳中和，则巴士车队至少需要在 2035 年前后完成新增车辆的全面电动化。货车方面，综合考虑技术发展和行业需求，至少需要在 2040 年或之前完成新增车辆的全面电动化。

澳门方面，2022 年其城市公交车队中约 37.5% 的车辆为电动汽车。《澳门特别行政区经济和社会发展第二个五年规划（2021-2025 年）》提出到 2025 年公共巴士新能源车比例高于 90%，基本达成全面电动化。对于轻型汽车，《澳门长期减碳策略》<sup>[4]</sup>中指出，到 2035 年实现新登记零排放轻型汽车的比例达到 100%。此外，该文件还提出推动陆上交通在 2050 年前达至近零排放，这就要求重型汽车至少在 2040 年或之前实现新增车辆的全面电动化。

场景用途	一级应用场景	二级应用场景	已完成	2025	2030	2035	2040	2045	2050
客运	城市客运	巴士/小巴							
货运	轻型货车								
	中型货车								
	重型货车								
场景用途	一级应用场景	二级应用场景	已完成	2025	2030	2035	2040	2045	2050
客运	城市客运	巴士/小巴							
	其他	轻型客车							
货运	轻型货车								
	重型货车								
客运	其他	重型客车							

注：图中时间表为各场景新增和替换车辆实现全面电动化的时间。

**图 12 香港（上图）和澳门（下图）地区不同商用车应用场景的电动化转型进程预测**

总体而言，粤港澳大湾区商用车大规模的电动化转型将发生在 2035 年之后，具体来看：

- 现阶段已经实现新增车辆全面电动化转型的只有珠三角地区的城市公交场景。
- 在 2025 年，深圳地区的环卫作业场景和矿山/港口短倒场景，以及澳门地区的巴士场景可基本实现全面电动化。
- 2030 年是一个重要的时间节点，受中国政府公共领域全面电动化政策影响，届时珠三角九市的环卫作业（深圳除外）、常规城市物流运输、重点行业厂站运输

和机场内作业车都将完成电动化转型。此外，深圳市还将在工程专用作业、集疏港短途运输和城市冷链运输场景方面达成全面电动化转型目标。

- 在 2035 年前后达成全面电动化转型的场景包括：深圳市的城际客运和集疏港干、支线运输场景；广州市的城市冷链运输、集疏港短途和工程专用作业场景；其他珠三角城市的城市冷链运输、集疏港短途和矿山/港口短倒场景；香港的巴士客运和澳门的轻型汽车领域也将在此时实现全面电动化转型。
- 2040 年前后，深圳、广州、香港和澳门地区的所有其他场景基本都将实现全面电动化转型。受经济和社会发展程度影响，其他珠三角地区所有场景的全面电动化可能会略微滞后至 2045 年左右。

从时间表来看，以重型货车为运载工具的运输场景的电动化转型时间相对滞后，运输路线和距离成关键影响因素。零排放重卡购置价格及总拥有成本偏高（相比于同级别传统燃油车辆）、充电不方便、充电时间较长、车队转型意愿不积极，是导致以重型货车为运载工具的运输场景的电动化转型时间滞后的主要因素。其中，由于建设充/换电基础设施的可行性更高，短距离、固定路线或封闭园区运输场景的电动化显现出优势。

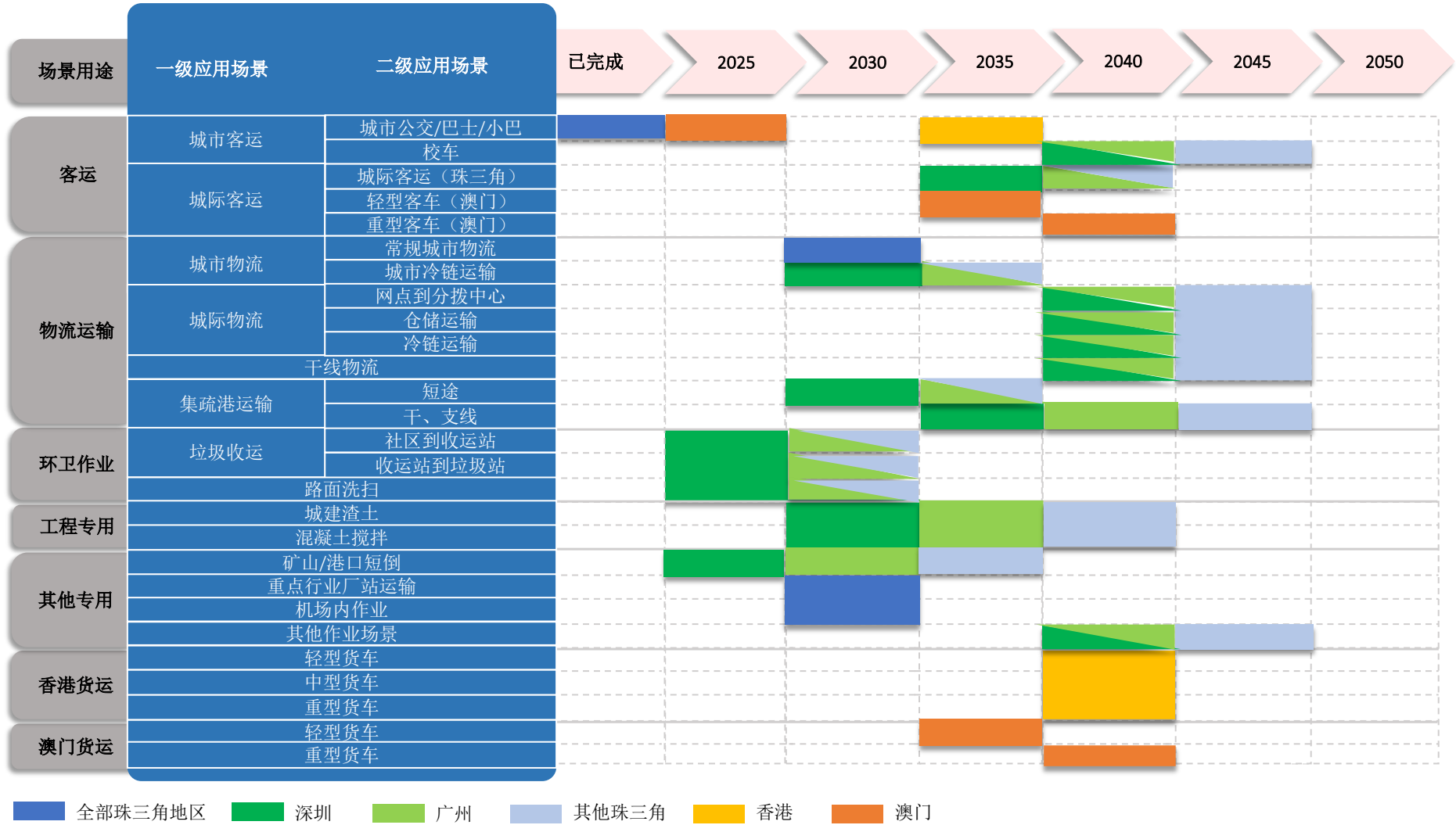


图 13 粤港澳大湾区商用车全面电动化转型时间表总结

## 06 粤港澳大湾区商用车全面电动化面临的挑战

### (1) 多数电动商用车仍不具备成本优势

目前来看，电动商用车购置价格高于传统燃油汽车，利用电/油费率差价补齐购置差价是减少电动商用车总拥有成本（TCO）的主要途径。也就是说，电动商用车运营里程越长，能源成本比传统燃油车降低得更多，更容易达成与传统燃油汽车之间的TCO平价。然而，商用车运营里程与经济发展形势密切相关，存在诸多不确定性，这也导致很多车队在选购电动商用车时表现出担心和疑虑。

### (2) 大规模补贴退出，企业难以消化成本溢价

中国汽车产业电动化发展在很大程度上得益于政府所实行的大规模补贴政策。目前，在新能源乘用车市场大规模推广和应用的带动下，新能源汽车产业已经步入市场化发展阶段，财政补贴政策也已经完全退出。但电动商用车发展相对滞后，市场还处于缓慢爬坡期，如前所述，很多电动商用车仍不具备成本优势，在这种情况下购买和使用电动商用车将给企业造成巨大的成本压力，多数企业难以消化由于置换电动汽车而带来的成本溢价。

### (3) 电池维修更换等后市场服务体系尚不健全

后市场服务体系是保障电动商用车大规模应用的前提和后盾。珠三角虽然已经完成了城市公交的电动化转型，但近两年集中爆发的电动公交停运问题需得到高度重视，这背后的原因主要是动力电池性能衰减且得不到妥善处置，致使电动公交在达到预期使用年限前便无法正常运行。要解决这一问题，不仅要通过制定法律法规来严格管理零排放汽车的售后服务，还亟需建立完善的动力电池维修和回收体系。

### (4) 基础设施数量和布局有待完善

运营效率是影响商用车运营收益的重要因素。与传统燃油汽车相比，零排放商用车在能源补给环节的时间花费更长，从而降低了运营效率。目前来看，除受大功率快充和电池技术限制外，基础设施（尤其是在高速公路沿线服务区的充电基础设施）数量不足，基础设施站点之间的距离等布局问题也有待完善。

### (5) 粤港澳三地存在充电标准不统一等体制问题

香港、澳门没有本地汽车制造业，电动车辆完全依赖进口，因而在充电接口等标准方面也需与进口车辆母国保持一致。目前，香港和澳门电动商用车的充电标准主要为欧盟标准，而珠三角地区则使用中国国家标准。充电标准的不统一将造成两方面影响，一是增加了中国内地充电网络服务商为香港和澳门地区提供相关服务的难度，也缩小了香港和澳门充电服务商招标的可选择范围，二是不利于香港和澳门跨境车辆的能源补给。

#### **(6) 部分场景、部分区域缺乏全面电动化转型的长期战略规划**

基于应用场景的全面电动化转型战略和规划能为企业和行业提供长期指导，也可以增强市场投资的信心，目前部分场景和区域缺乏此类的战略规划。

在珠三角地区，仅有国家层面提出到 2035 年实现公共领域车辆全面电动化转型的战略目标，政策所指“公共领域”包括公务用车、城市公交车、环卫车、出租车、邮政快递车、城市物流配送车、机场用车七个领域。在香港，几乎所有商用车辆都以市场化竞争模式运营，政府难以对运营公司或车队提出强制性转型目标，因而香港的商用车电动化转型驱动力更多来自企业自身和市场，但目前转型进度极为缓慢。澳门特区政府则对公共巴士和轻型汽车的电动化转型提出了量化发展目标，在其他商用车领域也缺乏具体转型规划。

## 07 推动建立零排放区/通道以加速电动化转型

从决策者角度推动商用车电动化转型的措施主要包括：

- 制定更加具有针对性的发展目标：目前，国家层面“2035年公共领域全面电动化”试点项目有望推动这些领域的电动化转型，但针对其他应用场景和细分领域，还没有出台相应的发展目标。大湾区各个区域中，仅有深圳在部分场景提出了电动车辆的推广应用数量目标。
- 出台强制性法规：商用车领域备受关注的新能源商用车积分政策仍在制定过程中，对商用车电动化转型的驱动潜能仍未可知。
- 配套扶持性政策：财税方面，虽然新能源汽车购置补贴已经退出，但政府仍对新能源商用车免征购置税和车船税，并提供运营服务补贴和充电补贴；非财税类政策中，给予新能源商用车路权是广受企业和车主认可的一种措施，在不同城市“路权”政策的设计仍有很多提升空间。
- 设置零排放区/通道：零排放区/通道可以看成是“路权”政策的进一步放大，零排放区是一类针对机动车的尾气排放控制区，只有驾驶零排放汽车、骑自行车或者步行才能够不受限制地进入该区域，如果驾驶非零排放的汽车，则完全不能进入该区域或者必须支付一定的费用才能够进入<sup>[5]</sup>。全球来看，零排放区/通道仍处在发展初期，大湾区城市中仅有深圳市正在试行“绿色物流区”（零排放区的一种形式）。

上述几种措施中，零排放区/通道不仅可以推动车辆的电动化转型，同时还将鼓励私人小汽车出行向步行、自行车、电动自行车、公共交通等绿色出行方式转变，是一种很有应用潜力的交通电气化转型手段。

货物运输的温室气体排放和空气污染物排放占比高，且运行速度慢、占用较多道路资源，极易造成城市交通拥堵，很多城市结合特定区域交通拥堵治理与低排放控制，优先实现针对货车的零排放、近零排放、低排放的控制区/通道。截至2022年7月底，在全球已经实施落地的5个零排放区中，就包括4个货运零排放区。本研究所提出的“粤港澳大湾区商用车全面电动化转型时间表”也揭示，货运场景，尤其是长途干线运输场景的全面电动化时间较为滞后。



资料来源：深圳市城市交通规划设计研究中心

图 14 大湾区高速公路网（左）与交通分配流量图（右）

为进一步推动货运场景电动化转型，我们基于大湾区范围内的高速公路收费数据、中型货车 GPS 数据，对主要跨城道路的货车运行特征进行了分析。考虑到当前零排放货车较燃油货车的经济效益不显著、零排放货车保有量与销售量仍远低于燃油货车、跨城通道零排放货车占比较低等原因，研究、实施货车零排放通道示范必须依托严格的通道路权管理与配套的政策牵引。为了提高货车零排放通道可实施性，选取备选通道时考虑的主要因素如图 15 所示。

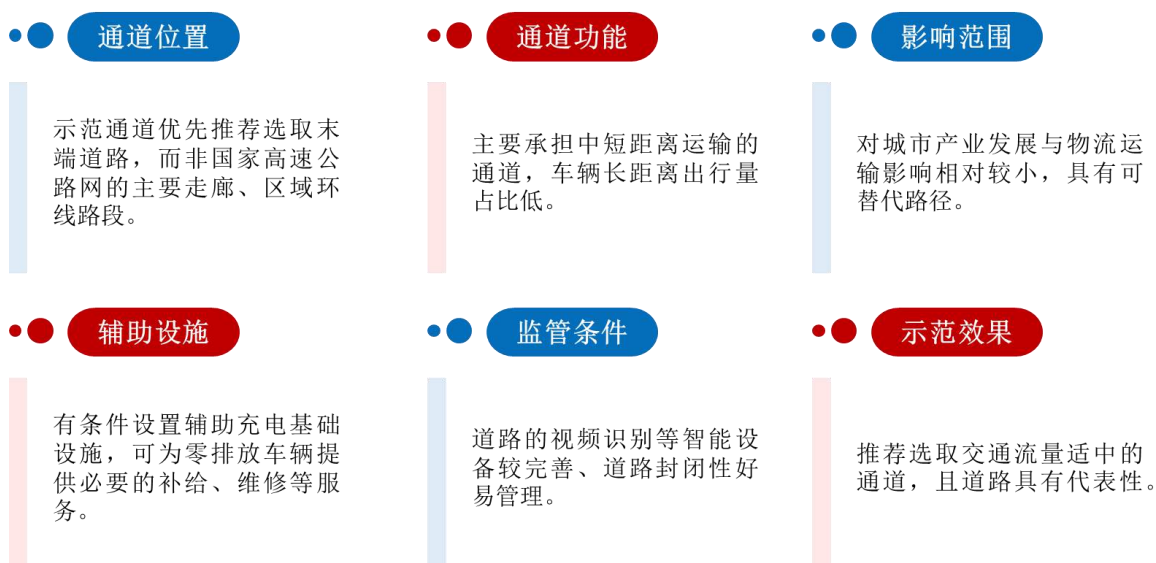

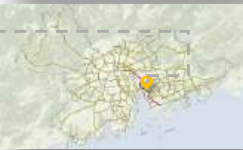


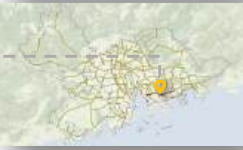


图 15 零排放区/通道试点的选取原则

路段的交通流量、车流组成以及车辆平均出行距离等参数是对设立零排放通道具有重要影响。表 4 比较了大湾区主要跨城高速相关路段的上述参数特征，并识别出这些路段设立零排放通道的主要困难。

表 4 主要备选路段参数比较

		路段	环线/末端	可替代性 (弱/中/强)	总交通量 (低/中/高)	货运交通量 (低/中/高)	出行距离占 全程比例	连接高速 立交数量	存在困难
广深沿江高速		深圳-东莞段	末端	●●●	●●●	●●●	21.1%	2	协调香港、东莞、广州，并调整深圳货车“西进西出”替代路径
		东莞-广州段	末端	●●●	●●●	●●●			
		深圳-广州全段	末端	●●●	●●●	●●●			
广深高速		深圳-东莞段	骨干网络, 末端	●●●	●●●	●●●	14.1%	8	协调香港、东莞、广州，规划替代路径，不利于相交的其他高速交互、转换，可替代性弱
		东莞-广州段	骨干网络, 末端	●●●	●●●	●●●			
		深圳-广州全段	骨干网络, 末端	●●●	●●●	●●●			
珠三角环线高速		观澜收费站-塘厦立交	末端	●●●	●●●	●●●	60.6%	2	连接深圳对外快速路（梅观快速），货车短距离出行占比低
		珠海-中山段	末端	●●●	●●●	●●●	44.5%	3	货车短距离出行占比低
		中山-江门段	末端	●●●	●●●	●●●	46.0%	3	货车短距离出行占比低
		江门-佛山段	末端	●●●	●●●	●●●	37.8%	4	货车短距离出行占比低，道路可替代性弱
惠深沿海高速		坝光收费站-新村立交	末端	●●●	●●●	●●●	28.0%	3	货车交通量较低，示范性较弱；位于东部沿海，生态保护需求高
沈海高速公路		鹤洲立交至东部过境高速段	骨干网络	●●●	●●●	●●●	15.6%	5	现状道路可替代性弱，如高速立交化改造完成，可考虑实施

经过综合比较，现阶段我们推荐广深沿江高速和惠深沿海高速（坝光收费站-新村立交段）两条道路作为大湾区设置货运零排放区/通道的预期试点路段。



注：断面交通流量是指一个统计周期内，通过道路某一断面的车辆数，以 PCU 为单位。PCU (Passenger Car Unit) 指“标准车当量数”，是将实际的机动车和非机动车交通量按照一定的折算系数换算成某种标准车型的当量交通量，折算系数可参照《公路工程技术标准》或《城市道路设计规范》。

图 16 广深沿江高速和惠深沿海高速路段介绍

广深沿江高速设立零排放通道的优势在于：

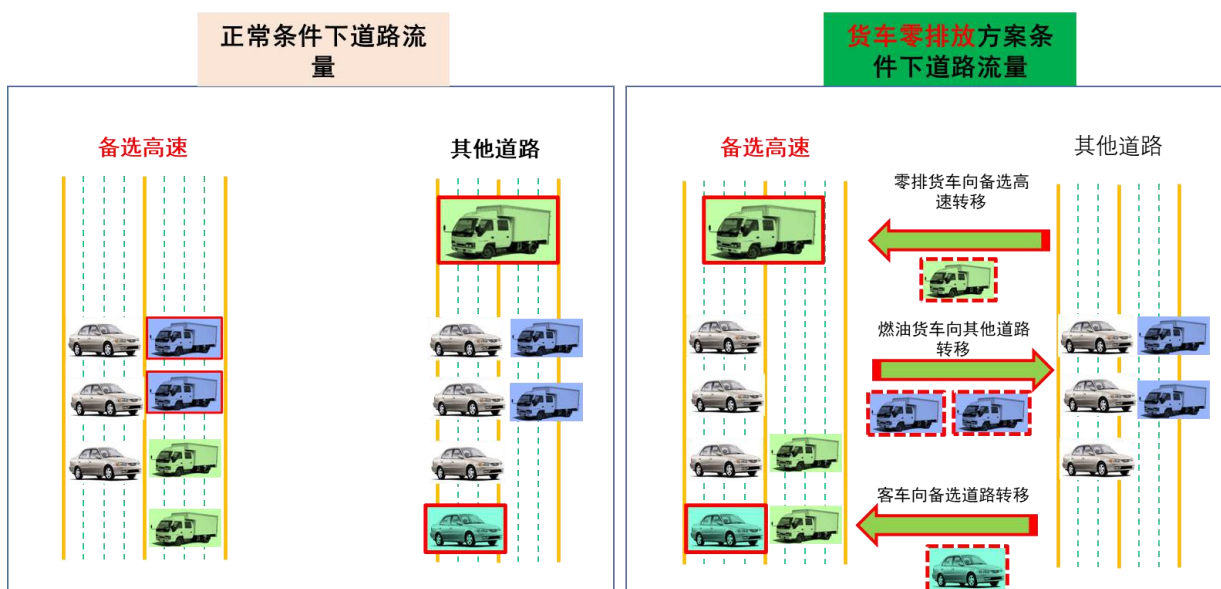
- ✓ 互通高速与收费站较少，主要服务香港、深圳、东莞、广州的衔接及对外转换，不涉及较大范围的大量过境车流

- ✓ 货运交通量适中、货车出行距离较短，货车零排放管控对货运影响较小
- ✓ 附属设施可支持监管执法与补能
- ✓ 如成功建立连通香港、深圳、东莞、广州的货车零排放通道，示范意义重大
- ✓ 深圳具有更加自由的立法权，可从立法与制度的方面更好的支撑货车零排放示范探索

惠深沿海高速（坝光收费站-新村立交段）设立零排放通道的优势在于：

- ✓ 通行货车量少、出行距离短，实施阻力较小
- ✓ 沿线旅游景点与生态保护区密集，与货车零排放管理的目标高度一致，沿线政府及居民具有同意甚至推动货车零排放管控的内生动力
- ✓ 路段可替代性好

需要指出的是，在设置零排放区/通道后，由于既有的通道从货车不受管控向零排放管控转变，势必造成部分传统燃油货车的绕行。其中，广深沿江高速公路与广深高速公路直线距离约 10 公里，考虑 1.5 的非直线系数<sup>ii</sup>，对于深圳、东莞、广州段进入高速的货车平均绕行距离约 7.5 公里；香港侧由广深沿江高速公路通行的货车在香港侧绕行距离约 5 公里，绕行广深高速公路的货车最大绕行距离约 30 公里。惠深沿海高速公路在新村立交汇入沈海高速，沈海高速公路、深圳东部过境高速对其货车可较好的分流替代，其最大绕行距离预计约 10 公里。



**图 17 高速公路零排放管控交通影响示意图**

由于当前零排放货车保有量、使用占比较低，推进道路的货车零排放管控，必然

<sup>ii</sup> 参数来自于深圳市城市交通规划设计研究中心

影响物流企业、货车司机及物流委托企业的利益。此外，对高速公路实施货车零排放管控，会对高速公路通行车流量、路费收入、管养成本等造成影响，因此也需考虑高速公路特许经营单位（高速公路公司）的利益诉求。为推进货运零排放区/通道的落地实施，研究建议：

- (1) **探索建立零排放区/通道的立法制度，加强零排放区的公众宣传。**零排放区/道路管控涉及到路权的重新分配，需要建立相应的法律框架作为基础，英国、法国都曾为建设零排放区修订或增加相关法规条款。在零排放区/通道管控的方案编制、公示与征集意见、实施阶段等过程中都需要对零排放区/通道设置的目的、依据、管理方案进行宣传，提高公众的接受度。
- (2) **跨城与城市内部的零排放管理试点结合，持续示范、积累经验。**建立由政府、技术机构、运输服务提供者、车企、能源运营商等组成的协同试点组织，支持对试点过程中的问题解决与经验积累，总结车辆运行维护数据，探索规模化应用可行性，致力于提供零排放运输服务。将跨城道路与城市内部道路的零排放管理试点相结合，根据实际情况选取合适的范围、道路、时段，并考虑不同应用场景的因地制宜开展试点工作，如开展港口、物流园区、城市配送及中长距离示范。
- (3) **除政府强制路权管理外，还可采取自愿性的零排放项目试点。**政府强制性的路权管理与分配需要有坚实的法律基础，也可能面临物流企业、个体运输提供商、周边企业等的强烈反对，具有较强的风险性。因此，可辅以推行自愿性的零排放区。例如，美国加利福尼亚州的圣莫尼卡 2021 年起试点自愿性的货运零排放区。粤港澳大湾区也在试点“深莞惠重卡电动化试点项目”，通过联合会研究机构、政府、物流企业等，基于自愿推动企业的重卡电动化。
- (4) **适时、适量对设置零排放区/通道造成的收益损失进行补偿。**对于高速公路公司，需要精细化分析货车零排放政策（可能涉及货车零排放管控、零排放货车通行费补贴、非零排放货车绕行补贴等）的影响进行精细化分析评估，涵盖其因政策造成的利益损失、额外获利等。政府通过现金补偿等手段可获取高速公路公司对货车零排放政策的支持。对于货车司机，在短期内对受到影响的传统燃油货车给予一定的绕行补贴，降低其对货运零排放通道的抵制程度。

## 08 推动深港跨境货运零排放通道

在大湾区范围内，推进深港跨境货物运输通道的零排放转型已经被提上日程，深圳市交通局和香港环境保护署对跨境货运零排放通道的建设可行性及实施路径基本达成统一意见。

粤港澳大湾区跨境货运在全国公路跨境货运中占有重要地位，是一种极具特色的货运形态。通过粤港澳大湾区深港跨境运输零排放货车通道建设，将能促进香港和内地的融合发展，加快两地统一新能源车辆充换电标准，布局和建设新能源重卡充换电基础设施，推动粤港澳大湾区的绿色低碳发展。同时，作为零排放区/通道的示范项目，深港跨境货运零排放通道也可以为大湾区乃至全国的零排放区/通道项目建设提供宝贵的经验。



图 18 深港跨境货运交通组织模式及走廊运行情况

深港跨境货运以短距离运输为主，在空间分布上具有很强的特征：

- 在深圳侧，跨境货运需求初步形成沿深圳东、西两翼的布局，其中西部货运以集装箱运输为主，东部则以食品生鲜和日用品为主。
- 在香港侧，集装箱运输主要分布在香港港口、机场和边境地区，并以葵涌码头作为最主要的货运目的地，食品生鲜和日用品重型厢式货车运输则分散至香港各区的农贸批发市场、门店和仓库。

基于上述特征，深港跨境货运零排放通道试点包括两条线路，即西部集装箱零排放货运通道和东部保供零排放货运通道。本研究对这两条零排放通道的车辆运行特征、

路线设计、可选零排放车型及其补能方案进行了分析，具体如图 19 所示。



图 19 深港跨境零排放货运通道试点路段和实施路径

成本方面，通过采用价格更低的国产纯电动重卡，并雇佣一定比例的中国内地司机，东部保供货运通道在零排放转型后的 5 年综合成本与采用中国内地柴油重卡基本持平，如果替代的是国外品牌的柴油重卡，则 5 年综合成本可节约 216 万余元。对于西部集装箱通道，由于年运营天数偏低，纯电动重卡的能耗费用优势有所折扣，5 年综合成本比国产柴油车略高，但总体来看，在不考虑车辆残值的前提下，仍然比目前香港所使用的国外品牌的柴油车有较大的成本优势。

表 5 深港跨境货运零排放通道试点路段经济可行性分析

成本项目	东部保供零排放货运通道			西部集装箱零排放货运通道				
	右置柴油 (国外品牌)	左置柴油 (国产)	左置纯电动	右置柴油 (国外品牌)	左置柴油 (国产)	左置纯电动 (充电)	左置纯电动 (车电分离)	
	运行规律：日运营里程160公里，年运营天数330天			运行规律：日运营里程160公里，年运营天数250天				
购置成本	车价（万元）	180.0	28.0	70.0	80.0	27.0	70.0	30.0
	购置税+上牌费	以上价格包含香港税		0.2	以上价格包含香港税		0.2	0.2
	<b>合计</b>	<b>180.0</b>	<b>30.6</b>	<b>70.2</b>	<b>80.0</b>	<b>29.6</b>	<b>70.2</b>	<b>30.2</b>
	能耗（L/km、kWh/km）	0.34	0.34	1.1	0.34	0.34	1.1	1.1
运营成本	电池年租金（万元）	/	/	/	/	/	/	8.0
	燃料单价（元）	7.0	7.0	0.7	7.0	7.0	0.7	1.2
	年能耗费用（万元）	12.6	12.6	4.1	9.5	9.5	3.1	5.3
	年保险（万元）	2.7	2.0	3.0	2.7	2.0	3.0	3.0
	年维保（万元）	0.9	0.9	0.6	0.7	0.7	0.5	0.5
	年轮胎（万元）	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
	年尿素（万元）	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0
	<b>合计</b>	<b>16.9</b>	<b>16.2</b>	<b>8.1</b>	<b>13.5</b>	<b>12.8</b>	<b>6.9</b>	<b>9.1</b>
人工成本	年司机工资（万元）			年司机工资（万元）				
	36.0	24.0	24.0	36.0	24.0	24.0	24.0	
5年成本合计（万元）	<b>444.4</b>	<b>228.9</b>	<b>230.6</b>	<b>327.7</b>	<b>211.1</b>	<b>224.4</b>	<b>235.4</b>	
8年成本合计（万元）	<b>603.1</b>	<b>349.5</b>	<b>327.0</b>	<b>476.3</b>	<b>321.6</b>	<b>317.0</b>	<b>334.6</b>	

注释：右置车辆数据由运输企业提供；两地车辆燃料、维保、轮胎、尿素等成本均以中国大陆地区价格测量；基于右置车辆数据为深港两地实际运营数据，左置柴油车的能耗参考右置标准。

通过在深圳和香港两地的实地考察、调研，我们发现在现阶段开展深港跨境货运零排放通道试点仍然面临着诸多挑战，这些困难和压力更多来自于香港方面。相较于深圳，香港目前在零排放重卡方面的发展相对滞后，且香港土地资源有限，在重新布局和建设零排放车辆的能源补给设施上面临更多困难。在货运零排放通道试点期间，可以通过以深圳带动香港的模式推动车辆的零排放转型。面向中长期，深圳和香港两地的政府和民间机构应当增强交流，统一标准体系，更好更快地实现跨境货运的零排放转型。

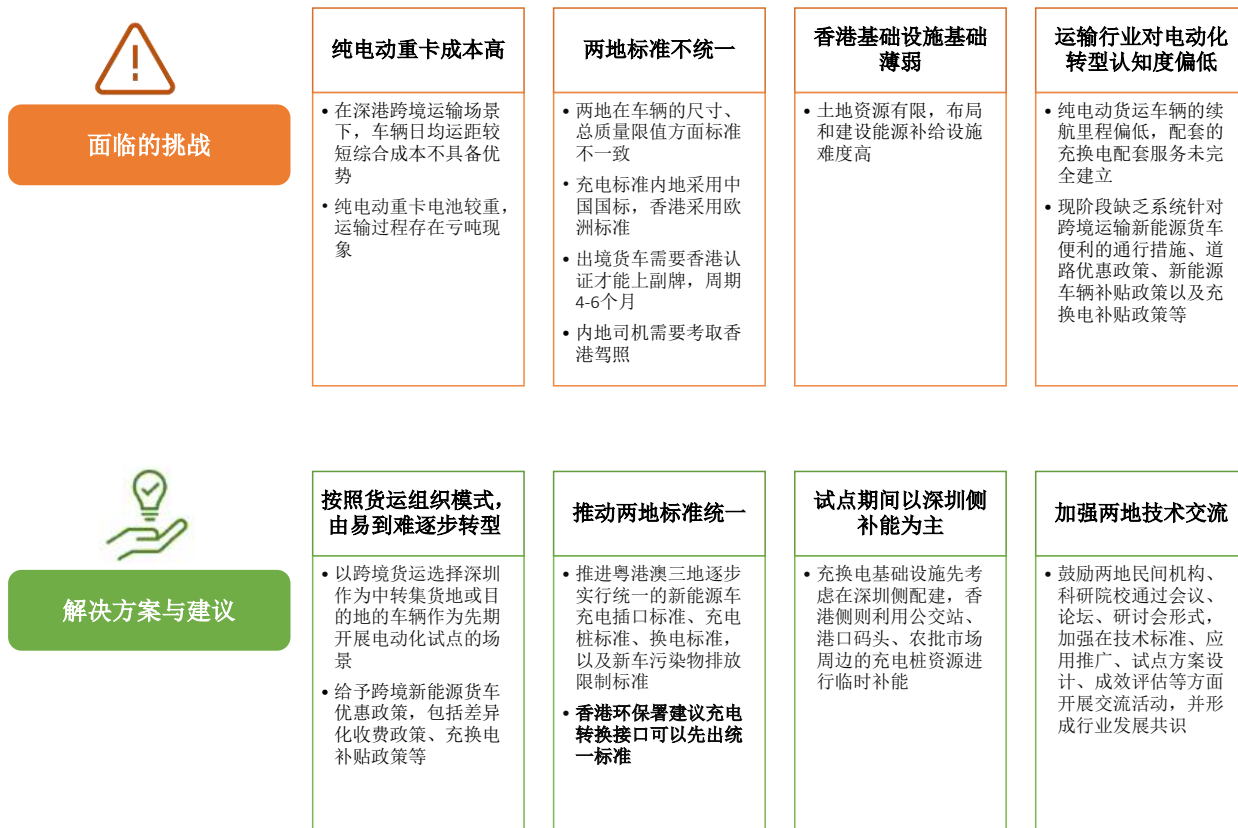


图 20 深港跨境货运零排放通道试点面临挑战与解决方案建议

## 09 商用车全面电动化转型不确定因素

### (1) 现有技术的突破性进展

现有技术的突破性进展更有可能出现在氢燃料电池汽车技术和零碳燃料领域。目前，氢能燃料电池汽车面临的挑战来自多方面。在氢燃料电池层面，质子交换膜材料技术和生产较为垄断，且金属铂催化剂成本过高，致使氢燃料电池制造成本居高不下；在氢燃料供应层面，可再生的绿氢生产成本高昂，储氢装置的高压、低温特性对罐体材料以及罐体的安全性和便携性均提出了严苛的要求，在氢燃料的运输和加注环节还需要解决氢气泄露、氢气过压、温升过高以及材料失效等问题。零碳燃料目前还处在起步阶段，其面临的主要问题在于燃料制造的成本过高，除碳设施、分解水的电解器等设施的价格十分昂贵，而且燃料生产的效率并不高，在燃料的生产过程中实际上浪费了大量的能量。这些难题一旦突破，将大大降低氢燃料电池汽车及零碳燃料的成本，进而加速商用车全面电动化转型进程，尤其有利于使用重型货车、牵引车辆为主的应用场景。

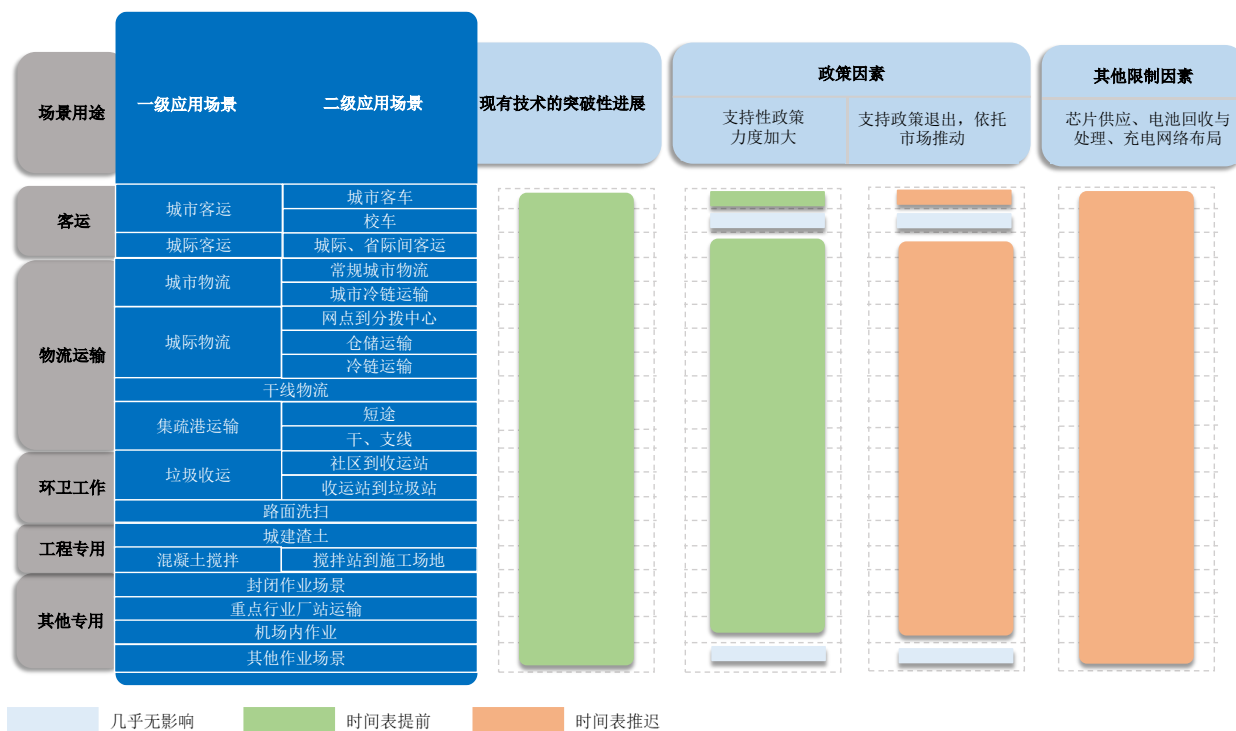
### (2) 政策因素变化

一种可能性是在新能源商用车推广和应用领域的相关政策力度不断加大，如在公共领域之外的其他若干典型场景内开展试点示范应用工程，或者提供一定额度的补贴，这些政策都能够有效地促进商用车电动化转型。此外，新能源商用车积分管理政策的出台也会对商用车电动化转型利好。另一种可能性在于，随着乘用车电动化转型逐步向好，零排放汽车技术也有了长足的进步，决策者有可能将新能源商用车的应用交付于市场，即完全或者主要通过技术的进步来推动新能源商用车的市场发展。在这种情况下，部分企业发展新能源商用车的驱动力将被大幅削弱，有可能会使商用车电动化转型的时间推迟。

### (3) 其他限制因素

芯片供应、电池回收与处理、充电网络布局等因素对电动汽车的发展至关重要，如果这些因素发展受限，将有可能导致全面电动化转型进程推迟。

表 6 不确定性因素对大湾区商用车全面电动化转型时间表的影响



## 10 粤港澳大湾区商用车全面电动化转型建议

### 1. 创新绿色金融方式，纾解高额投资压力

香港作为国际金融中心，在引领市场资金支持公私营机构投资到绿色交通方面可发挥积极作用。香港特区政府推出了“政府可持续债券计划”对推动绿色交通有一定成效。为降低碳排放，香港也在可持续发展挂钩贷款方面有所尝试，即将贷款条款（通常为贷款利率等财务条款）与借款人可持续性绩效目标挂钩，推动借款方可持续发展经营。基于自身特点，澳门可打造中国-葡语国家绿色金融交流示范平台，在推动本地零排放转型的同时，辐射更广的地区，带动澳门乃至大湾区在国际绿色金融产业方面的发展。珠三角地区绿色产业发达，对流动资金的需求量更大，建议充分评估在当地开展绿色金融业务的可行性。在大湾区层面，绿色金融合作机制存在诸多障碍，首先需要建立和完善大湾区绿色金融发展的区域统筹协调机制，其次要建立大湾区绿色金融数据信息共享机制，加强互联互通，同时因地制宜制定绿色金融发展的配套政策支持，将大湾区打造成立足中国，走向世界的绿色金融区域中心。

### 2. 试点零排放区/通道，带动商用车电动化转型

通过建设零排放区/通道带动机动车零排放转型正在成为国际交通行业的发展方向。经研究粤港澳大湾区的一些道路具备建设零排放区/通道的条件，以深圳为代表的地方政府也在这方面也有一定的试点经验和推动意愿。建议基于路段代表性、监管便利性、较低的货运影响等原则，评估零排放区/通道建设的可行性，在近期选择一些路段进行试点研究。其中，深港跨境货运零排放通道的试点目前已经得到了政府和行业的支持，规划的实施路径也已与政府和行业沟通，具备可行性。在深港跨境货运零排放通道的试点中，建议成立监管团队，收集零排放跨境车辆运行数据，形成问题反馈闭环机制，不断优化零排放跨境车辆运行环境。成功的试点可作为零排放区/通道建设示范，并推广至其他地区。

### 3. 推动大湾区标准统一，增进粤港澳三地交通行业互通互联

粤港澳三地社会体制不同，管理上也相互独立，产业和行业标准不统一是历史遗留问题，同时也是限制大湾区进一步融合发展的制约因素。在交通领域，三地往来车辆的能源补给问题，尤其是电动车辆的充电、换电标准问题，对推动大湾区车辆全面电动化转型影响很大。未来随着电动汽车规模的增加，统一充电标准是大湾区城市高度协调发展的必然要求。建议粤港澳大湾区标准研究中心持续跟踪国际充电标准发展趋势，联合充电企业、汽车企业等相关利益相关方，研究和制定更适用于大湾区城市的共通充电标准。同时，结合目前国际充电标准研究的主要趋势，研究推动充电接口兼容标准。

### 4. 加强三地联动，共同规划和建设补能基础设施

大湾区一体化的加速将对交通补能设施的布局提出更高要求。由于土地面积、基础设施改造成本等因素的差异，粤港澳三地在基础设施网络建设方面能够担任的角色也不同。澳门地形狭小，电动汽车基本能够满足零排放转型需求，香港主要依赖电动汽车和氢燃料汽车。港澳地区在本地的充电和加氢站点规划建设过程中，需要基于道路汽车流量、停车热点等分析，划定公共补能站点的位置，最大限度发挥公共补能站点的作用，提高利用率。在基础设施供应商方面，建议与内地服务商接洽，允许有意愿的充电和氢能补给服务商进驻，发挥市场化机制效用。在跨境车辆方面，加强深港、珠澳等政府间协作，允许将更多的服务跨境车辆的补能基础设施建设在靠近珠三角城市一侧，减轻港澳地区的土地使用压力，具体规划位置需要基于路段长度、跨境车辆行驶规律等因素综合确定。

## 参考资料

- [1]. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). <https://www.climate.gov/news-features/featured-images/2023-was-warmest-year-modern-temperature-record/>
- [2]. Civic Exchange, innovation Center for Energy and Transportation, A Roadmap to Achieve Net-zero Emissions for Transportation Sector in Hong Kong, 2023.
- [3]. 澳门特别行政区交通事务局, [https://www.dsat.gov.mo/dsat/statistic\\_doc.aspx](https://www.dsat.gov.mo/dsat/statistic_doc.aspx)
- [4]. 澳门特别行政区政府 环境保护局,  
[https://www.dspa.gov.mo/richtext\\_decarbonization.aspx?a\\_id=1699936467](https://www.dspa.gov.mo/richtext_decarbonization.aspx?a_id=1699936467)
- [5]. 崔洪阳, Pramoda Gode, Sandra Wappelhorst. 全球机动车零排放区政策进展综述. 2021年7月

***Electrifying Commercial Vehicle Fleets in  
the Guangdong-Hong Kong -Macao  
Greater Bay Area***

Innovation Center for Energy and Transportation

June 2024