



中国汽车工程学会
China Society of Automotive Engineers



清华大学

清华四川能源互联网研究院
Sichuan Energy Internet Research Institute, Tsinghua University

中国电动汽车充电基础设施发展战略 与路线图研究（2021-2035）

Research on the development strategy and
roadmap of electric vehicle charging infrastructure
in China (2021-2035)

中国汽车工程学会
清华四川能源互联网研究院

2021 年 5 月

致谢

感谢能源基金会中国交通项目组为本报告提供资金支持，同时也诚挚地感谢为本报告提出宝贵意见与建议的业内专家与同事，特别感谢刘永东、倪峰、邵浙海三位专家对本项目给予的指导和帮助。

报告作者

一、项目负责人

项目负责人：赵立金

充电技术负责人：李立理

二、项目主要研究人员

中国汽车工程学会：

张旭明、赵立金、赵宇龙、梁艺

清华四川能源互联网研究院：

李立理、李树军、吴璟楠、肖 伟、袁新枚、王 亮

报告声明

本报告由能源基金会资助。报告内容不代表能源基金会观点。报告仅限于研究、个人学习或内部传阅，不得翻印或者用于商业目的。由于研究团队获取信息和模型计算的局限性，报告内容仅供参考，项目承担单位不对因使用此报告的材料而引致的损失而负任何责任，除非法律法规有明确规定。对于报告的不足和错误，欢迎各位读者予以指出和提出宝贵意见建议。

前言

2015 年,《国务院办公厅关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》(国办发〔2015〕73 号)和国家发改委等四部委印发的《电动汽车充电基础设施发展指南(2015-2020 年)》(发改能源[2015]1454 号)两份顶层设计文件对我国充电基础设施发展起到了重要推动作用。这两份顶层设计文件的规划期限为 2015-2020 年,意味着面向“十四五”和中长期发展,仍需出台新的顶层设计文件,为中国充电基础设施持续健康发展提供政策指导。2020 年 10 月,国务院正式发布《新能源汽车产业发展规划(2021-2035)》,也需要加快开展充电基础设施的配套政策规划研究,为产业发展规划落地提供有力保障。

在能源基金会的支持下,中国汽车工程学会联合清华四川能源互联网研究院从 2020 年 5 月开始启动了“中国电动汽车充电基础设施发展战略与路线图研究(2021-2035)”的项目研究,对“十四五”及中长期中国充电基础设施的发展趋势、战略目标、实施路径等重大战略问题进行系统研究,以便为中国充电基础设施相关行业主管部门提供研究支撑。

项目组首先对我国“十三五”充电基础设施发展进行了系统综合评估,识别了当前阶段的关键问题和短板;接

着对“十四五”与中长期充电基础设施功能定位与发展趋势进行了系统研判，总结了我国充电基础设施的三大发展趋势；在此基础上，开发了中国充电基础设施情景模型，就未来充电基础设施不同发展情景对新能源汽车产业的影响进行了量化评估；基于问题识别、趋势研判与情景量化评估，最终提出了我国充电基础设施的中长期战略与路线图的建议方案，并针对“十四五”阶段提出了具体政策措施建议。

项目组在国内首次系统研究了充电基础设施发展对于“十四五”和中长期新能源汽车产业规模化和低碳化目标的影响，构建了量化情景分析模型，在研究框架、方法模型、重要结论和政策建议等方面都有所创新，为相关决策部门和行业相关方提供了新的思路和研究参考。

项目研究过程中，邀请了国内外新能源汽车与充电基础设施领域的知名专家予以指导，对整车企业、充电运营企业、车辆用户、电力企业等开展了广泛调研，并与相关行业协会、政府主管部门进行了深入沟通交流。研究过程中还积极参与了国家能源局、工信部等相关部委组织的充电基础设施评估与政策研究工作，有效发挥了决策支撑作用；同时，项目组还在多个能源和汽车行业的论坛以及中国汽车工程学会年会上对外发表了项目阶段成果，与行业利益相关方进行了有效沟通和交流。

目 录

前言	II
执行摘要	1
第一章 “十三五”充电基础设施发展综合评估	16
1.1. 建设情况评估	16
1.2. 监管体系评估	28
1.3. 保障体系评估	30
1.4. 创新发展评估	32
第二章 充电基础设施功能定位与发展趋势研判	37
2.1. 充充电基础设施发展的外部环境	37
2.2. 充电基础设施功能定位	51
2.3. 充电基础设施发展趋势	55
第三章 充电基础设施发展情景建模与影响评估	67
3.1. “十四五”与中长期充电基础设施预测模型介绍	67
3.2. 场景定义与边界条件设定	74
3.3. 多场景下充电基础设施对新能源汽车产业发展的影响评估	83
第四章 充电基础设施路线图设计与政策建议	102
4.1. 充电基础设施中长期总体路线图设计	102
4.2. 充电基础设施分领域子路线图设计	103
4.3. “十四五”充电基础设施政策建议研究	108

第五章 结论与建议	124
5.1. 主要结论	124
5.2. 下一步研究工作建议	127
主要参考文献	129

执行摘要

2020 年，我国政府正式发布《新能源汽车产业发展规划（2021-2035）》，明确了“十四五”与中长期我国新能源汽车产业发展愿景，提出到 2025 年实现新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的 20%左右，到 2035 年实现纯电动汽车成为新销售车辆的主流，公共领域用车全面电动化的目标。为有效保障国家新能源汽车产业规划目标落地，必须突破当前充电基础设施制约因素，积极推动关键技术与模式创新，在“十四五”期间实现充电基础设施的突破升级，为中长期车辆全面电动化和低碳化转型打下坚实基础。

一、“十三五”我国充电基础设施综合评估

1. 我国充电基础设施建设实现了既定政策总体目标，但仍存在诸多短板和瓶颈制约

在“十三五”期间，我国基础设施体系实现了“从无到有”的重要突破，形成了涵盖专用充换电站、城际和城市公共充换电网络、单位和个人充电设施组成的充电基础设施体系，实现了“有效支撑 500 万辆新能源汽车推广使用需求”这一总体目标。但同时，我国充电基础设施建设也存在公共充电设施区域发展不平衡、对于私家车市场规模化发展的支撑能力不足、中重型货运电动化的充换

电保障体系尚待建立等问题。

以充电设施的区域发展不平衡问题为例，根据项目组定义的“油电比”指标¹，目前我国限购城市（包含主要一线城市和部分新一线城市）的油电比已经达到 2.8，公共充电站数量是加油站的 2.8 倍，充电站的城区覆盖密度已经超越加油站；在新一线城市和二线城市的“油电比”也分别达到 1.0 和 0.7，公共充电站覆盖密度已经与加油站相当；但是三线城市、三线以下其他城市的油电比指标分别仅有 0.3 和 0.1，表明当前我国低线城市的公共充电站布局仍十分薄弱。结合车辆在不同级别城市的渗透率来看，油电比指标与运营车辆渗透率相关性较高，但与私人乘用车的区域渗透率相关性较低，表明当前公共充电更多影响运营车辆市场，对于私家车市场影响较低。

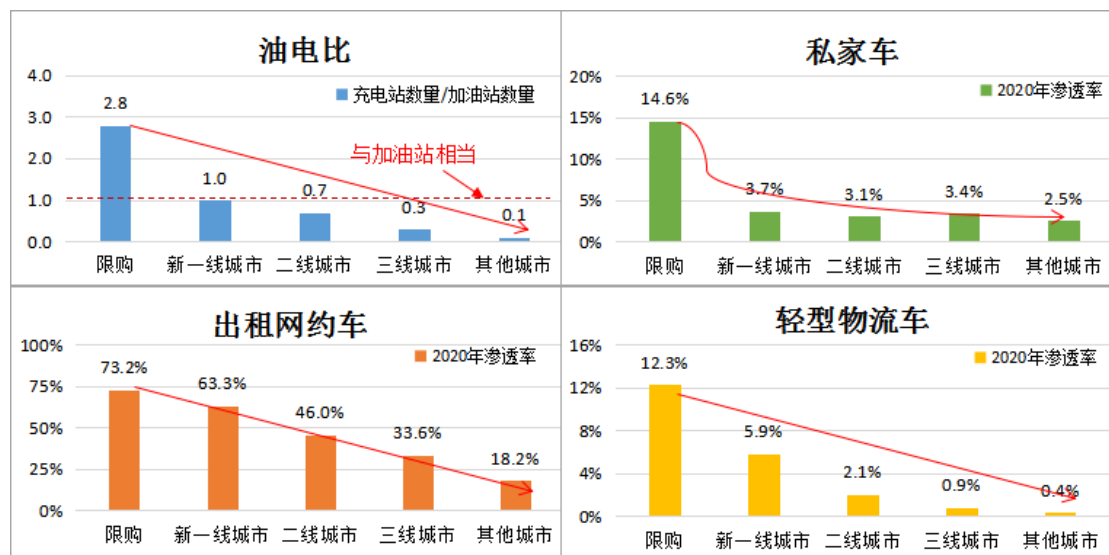


图1 各级别城市油电比和私家车、出租、物流等新能源渗透率对比

注：数据来源于高德地图、上险数。

¹ 油电比指的是公共充电站与加油站之比，油电比大于 1，意味着公共充电站布局密度比加油站更大，油电比小于 1，意味着公共充电站布局密度小于加油站。

2. 行业监管体系、保障体系与创新体系建设取得显著进展，但距离行业高质量发展要求仍有显著差距

监管体系初步建立，但在规划引导、标准支撑以及监管能力等方面仍亟待提升。我国已经形成了中央层面由国家能源局牵头、地方层面由充电基础设施主管部门牵头的行业监管体系，结合已有停车场建设的各类充换电设施无需办理建设用地规划许可证、建设工程规划许可证和施工许可证，行政审批要求显著简化，数字化监管手段和标准体系也逐步完善。但是，我国充电行业在规划引导约束机制、标准体系前瞻性和精细化程度、燃油车占位管理与安全质量监督惩罚机制、行业统计与监管平台的覆盖率和权威性等方面都仍有很大提升空间。比如，由于目前缺乏明确的规划引导约束机制，公共充电设施在局部新能源汽车发展较快区域出现“供给过剩”和“价格战”问题；但在部分需要超前布局充电设施以培育市场的区域则缺乏资本投入，充电设施短缺问题十分突出。

保障体系初步形成，但系统性、整体性和协同性仍有待加强。中央和地方政府对于充电设施的场地资源和电力保障都出台了大量政策和指导意见，充电基础设施建设要素的保障能力有了显著提升，中央财政奖励办法也为各地推动充电基础设施建设提供了中央财政支持。但同时，目前也存在物流、货运等领域的充电场地保障机制尚不健全，社区停车位的电气化覆盖率不足和改造难度大，中央财政奖补政策对先进地区的倾斜在一定程度上造成落

后地区充电基础设施缺乏足够财政支持，以及现有地方财政补贴机制过于粗放和对于高速公路和县域等保障型充电设施支持力度不够等问题。

技术与模式创新取得显著进展，但在重大颠覆性技术创新和长效机制创新方面的推动力度仍需加强。“十三五”期间，我国充电设施单位成本大幅下降，单桩功率持续提升，直流充电功率模块全面国产化并在可靠性、能耗等方面指标达到国际先进水平，充电技术标准位列全球四大标准体系之一；同时实现了互联网与充电服务的紧密结合，充电服务和行业监管都实现了较高程度的数字化，充电运营企业和聚合商纷纷开展平台化商业模式创新。但同时，我国在大功率快充、车网互动两大颠覆性技术的导入方面存在跨部门统筹协调力度不足，跨行业协同创新和合作机制未有效建立的问题，导致商业化导入进程相比国外发达地区有所滞后。此外，对于有利于保障型充电设施可持续发展的政府与社会资本合作的 PPP（Public-Private Partnership）模式，有利于居民区和单位内部充电桩可持续发展的停车充电一体化的智能共享运营模式，以及车网协同配套电力交易和能源服务商业模式的探索和政策支持力度也有所不足，行业发展长效机制亟需加快完善。

二、充电基础设施新阶段的功能定位与发展趋势

实现新能源汽车的规模化和低碳化发展需要四个关键支柱，一是车辆端供给侧的持续改善，二是充电基础设施

保障能力的提升，三是车网协同体系规模商用，四是电力结构清洁化。由于车辆供给侧持续改善与电力结构清洁化的趋势已经十分明朗，并得到了国家战略和产业界的全力支持，各方面对这两大支柱的支撑能力有着较强的信心。相比之下，充电基础设施保障能力的提升、以及车网协同规模商用这两大支柱目前进展较为缓慢，推进难度和复杂度也很高，目前尚缺乏明确的国家战略目标和地方政策支持。因此，在新能源汽车产业规模化和低碳化发展的四大支柱中，充电基础设施相关的两大支柱面临的问题挑战最为突出，如不能有效突破，很可能成为制约行业规模化和低碳化发展的关键瓶颈。

基于停车属性的本质差异，充电基础设施可以分为“即充（换）即走型”设施和“停－充复合型”设施两大类。这两类设施特点与功能定位存在显著差异，“即充（换）即走型”设施发展的关键在于充电速度的提升，而“停－充复合型”设施发展的关键则在于智能化水平的提升以及车网互动功能的规模导入。因此，基于市场需求和产业发展需要，未来充电基础设施将呈现如下三大关键发展趋势：

趋势一：“即充（换）即走型”设施补能快速化，其功能定位相当于新能源汽车的 5G 移动网络。到 2025 年，3C 及以上快充将全面进入主流市场，新建充电桩将大部分具备 3C 及以上充电能力。2025-2030 年期间，大功率快充将进入加速推广阶段，有望基本完成快充网络升

级和基本覆盖。2030-2035 年期间，3C 及以上超级快充有望在车辆端和充电设施端实现全面普及。对于换电技术，近中期在重卡等当前充电技术较难满足实际运营需求的领域，换电技术有望发挥重要作用；中长期随着快充技术导入，在电动重卡领域有望形成快充和快换并存格局，快充占比逐步提升。

趋势二：“停 - 充复合型”设施普及化与智能化，其功能定位相当于新能源汽车的固网 WIFI。在固定车位方面，为有效提升私家车市场新能源汽车渗透率，降低交通电气化转型的电网升级改造成本，未来需要大幅度提升固定车位的电力覆盖比例，加快从目前无序随机报装接电模式向“表前电网统一改造、表后统一智能有序运营”的统一建设和统一运营的新模式转变。在公共车位方面，为有效提升公共车位资源、充电资源和电力资源利用效率，缓解燃油车和新能源汽车之间的停车矛盾，社区和单位的公共充电车位也需要从当前的随机低效模式向停车充电一体化的智能调配新模式转型。

趋势三：车网协同试点突破与规模商用化，其功能定位是构建新能源汽车的“净负碳排放”平台。车网协同涉及到电网企业、整车企业、充电设施企业、用户等多个环节，是一项复杂的系统工程。从推进难易程度和需求紧迫性来看，未来车网协同体系有望首先在“电网友好型”智能充电场站率先应用，重点解决大功率场站接入和参与电力市场交易的需求；其次是在进一步完善技术和模

式后，小区和单位智能有序充电模式有望在“十四五”中后期实现推广应用；第三是 V2G 技术有望在“十四五”期间完成技术测试、标准制订与商用试点等准备工作，初步具备规模商用条件。

类型	趋势	定位
“即充（换）即走型”设施	新能源汽车的“5G移动网络” 短中期完成升级换代，中长期成为规模化基础支撑	“即充（换）即走型”设施的补能快速化 ● 在“十四五”实现3C及以上大功率快充技术导入主流市场，重点区域初步形成覆盖网络 ● 3C及以上大功率快充“十五五”期间进入加速推广阶段，并在“十六五”全面普及 ● 由于3C及以上大功率导入，乘用车领域率先实现高比例电动化，并从“十五五”期间推动轻型物流和中重型客/货运加速电动化，复制“出租网约”成功路径
“停-充复合型”设施	新能源汽车的“固网WIFI” 短中期支撑规模化发展，中长期是V2G低碳减排的物理载体	“停-充复合型”设施的普及化与智能化 ● 提升固定车位电力覆盖（ETTP）有望成为政府新抓手，类似“光纤到户”上升为国家战略 ● 小区固定车位从分散无序模式走向“统一规划建设”+智能有序充电/V2G新模式 ● 公共车位“停车充电一体化”模式导入和推广 ● 物流和客/货运自建模式规模应用
车网协同	新能源汽车“净负碳排放”平台 为电力系统提供海量分布式储能资源，实现自身近零排放+外部煤电替代。	车网协同试点突破与规模商用化 ● 智能有序用电：在“十四五”期间，优先解决居民区充电桩和大功率充电场站接入难题，在“十五五”和“十六五”期间成为主流标准充电模式 ● V2G：在“十四五”有望实现商用化准备初步就绪。在“十五五”期间进入商用化导入和部署阶段，推动车网互动进入高级阶段

图2 我国充电基础设施未来三大领域功能定位与变革趋势

三、充电基础设施对产业影响的情景建模与量化评估

1. 充电基础设施将如何影响新能源汽车产业？

与基于产业规划目标自上而下分解的传统方法不同，项目组自下而上构建了充电设施对产业影响的分析模型，为准确识别关键的技术与政策因素提供新的方法论支撑。以往充电基础设施规划研究大多是基于新能源汽车市场规模目标，基于现有充电设施体系和车桩比水平测算未来设施规模，对于现有充电设施能否满足用户需求

关注不够，对充电技术和模式创新的影响考虑不足，对提出的规划方案和政策措施的影响分析总体停留在定性层面，缺乏定量评估方法。项目组首次构建了充电基础设施对新能源汽车渗透率的影响分析模型，并针对 3C 大功率快充、社区和单位有效覆盖以及车网协同等关键技术和政策措施的不同导入力度进行了分情景建模，能够量化评估不同充电设施和车网互动发展水平对于新能源汽车产业规模化和低碳化目标的影响，从而为政府评估各项政策举措的价值和影响提供了定量方法支撑。

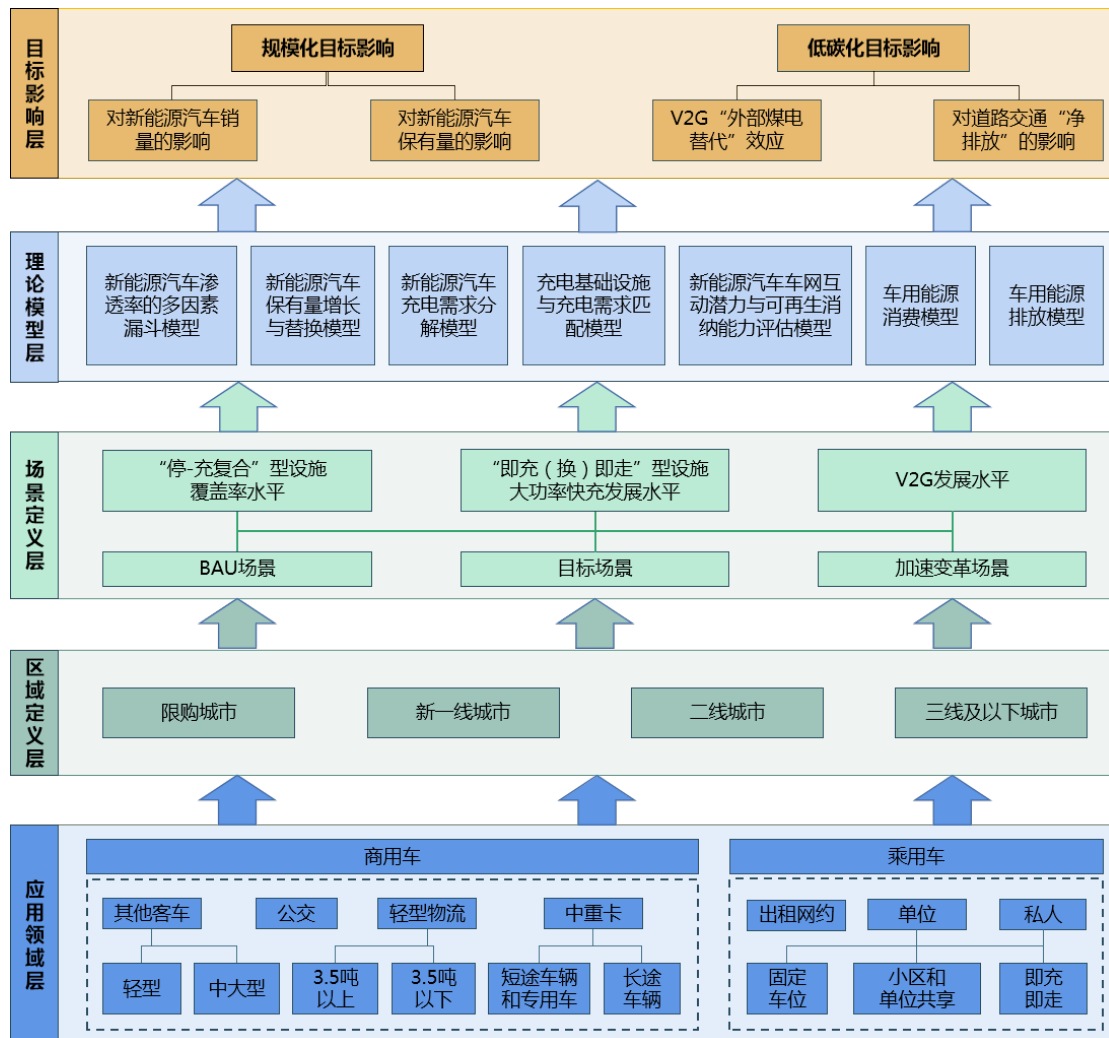


图3 充电基础设施对新能源汽车产业影响的情景建模总体框架

三类情景的关键边界条件设定如下：

——现有充电体系（BAU）场景：重点模拟现有充电设施技术没有提升和现有配套条件没有改变下的市场影响。快充技术导入维持目前 1C 充电技术状态；固定车位充电桩安装率维持在 35%左右（指固定车位用户有 35%可顺利安装充电桩）；小区和单位共享车位安装率为 10%（指无固定车位用户有 10%可实现小区和单位公共充电）；不考虑私人乘用车 V2G 的推广应用。

——政策目标场景：重点模拟充电技术和配套条件在政策推动下取得有效突破的情景对市场的影响。大功率快充（2C/3C 及以上充电桩）占比到 2025 年、2030 和 2035 年分别达到 15%、44%和 80%；固定车位充电桩安装率分别提升至 50%、70%、80%；小区和单位共享车位安装率分别提升至 30%、50%、60%。具备 V2G 功能私人乘用车在新车销量占比分别达到 5%、60%、90%。

——加速变革场景：重点模拟更大政策力度推动充电技术和模式变革情况下对市场的影响。大功率快充（2C/3C 及以上充电桩）占比到 2025 年、2030 和 2035 年分别达到 25%、54%和 90%；固定车位充电桩安装率分别提升至 60%、80%、90%；小区和单位共享车位安装率分别提升至 40%、60%、70%。具备 V2G 功能私人乘用车在新车销量占比分别达到 10%、70%、100%。

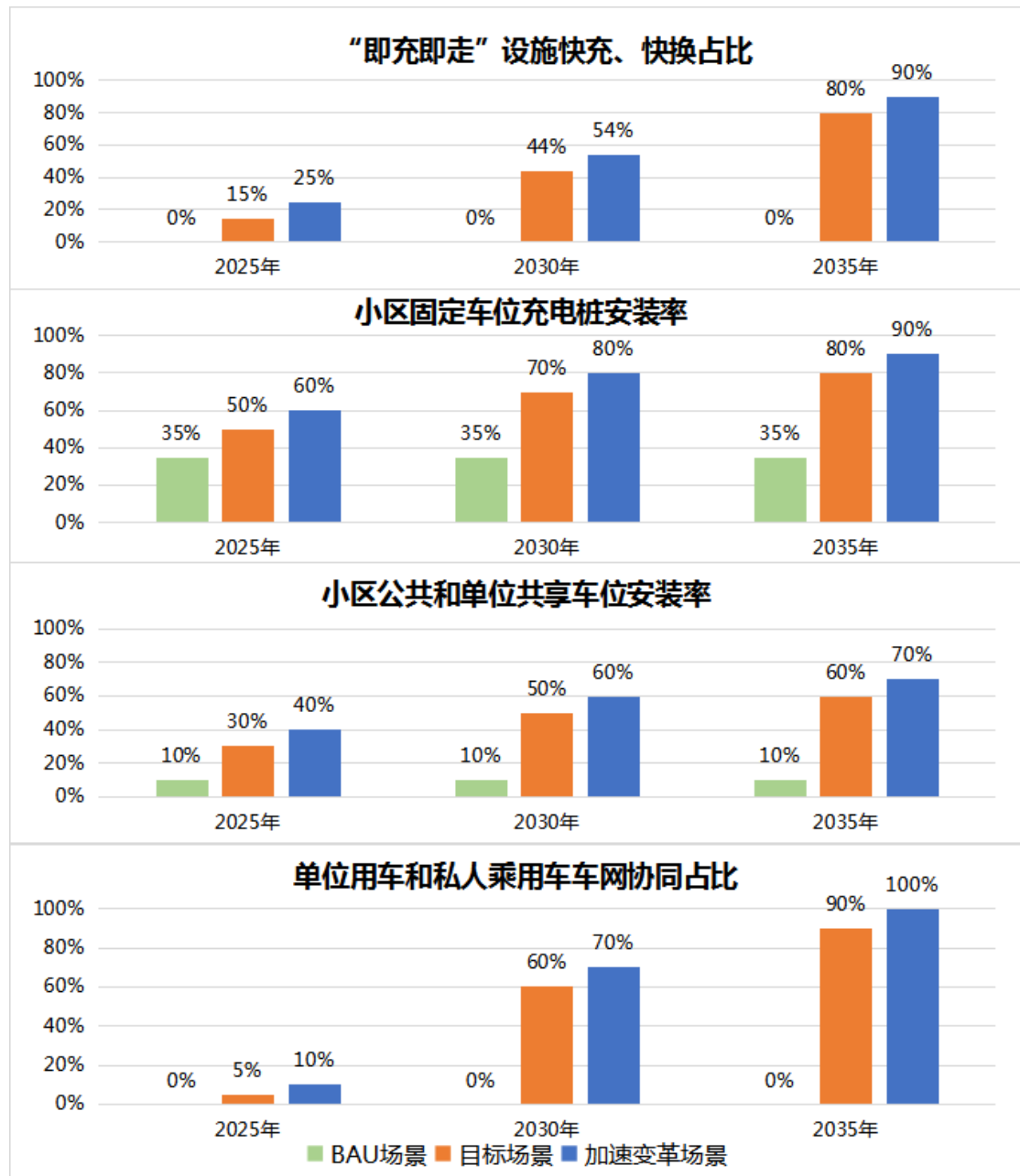


图4 三类充电基础设施场景的充电条件边界参数设定

2. 三类充电基础设施情景量化评估的主要结论

若不能有效突破当前充电瓶颈，BAU 场景测算结果显示，我国将无法完成国家新能源汽车产业的规模化目标。BAU 场景下的新能源汽车市场渗透率分析结果显示，如果充电基础设施公共充电速度和社区和单位充电桩安装率不能有效提升，到 2025 年我国新能源汽车销量渗透率

仅能达到 16%，销量提升主要是依靠车辆供给侧和用户关注度的改善，难以实现国家规划提出的 20%渗透率目标；到 2030 年和 2035 年也仅能够达到 28%和 36%，无法取代燃油车成为市场主流选择。

如果能够通过政策有效推动大功率快充导入和提升社区和单位充电桩安装率，则我国完全可以达到甚至超额完成国家新能源汽车产业的规模化目标。政策目标场景测算结果显示，通过政策有效提升社区和单位充电覆盖，对于“十四五”我国新能源汽车渗透率提升具有关键作用；而大功率快充导入则可以进一步打消没有固定充电条件用户的购买和使用顾虑，为 2025 年到 2035 年期间新能源汽车高质量发展提供新的动力，同时助力中重型货运的全面电动化转型；测算模型显示，如果能够通过政策有效推动大功率快充导入和提升社区和单位充电桩安装率，我国新能源汽车在 2025 渗透率能达到 24%，2030 年的渗透率达到 58%，不仅能够超额完成“十四五”目标，而且在 2030 年就能成为市场主流。

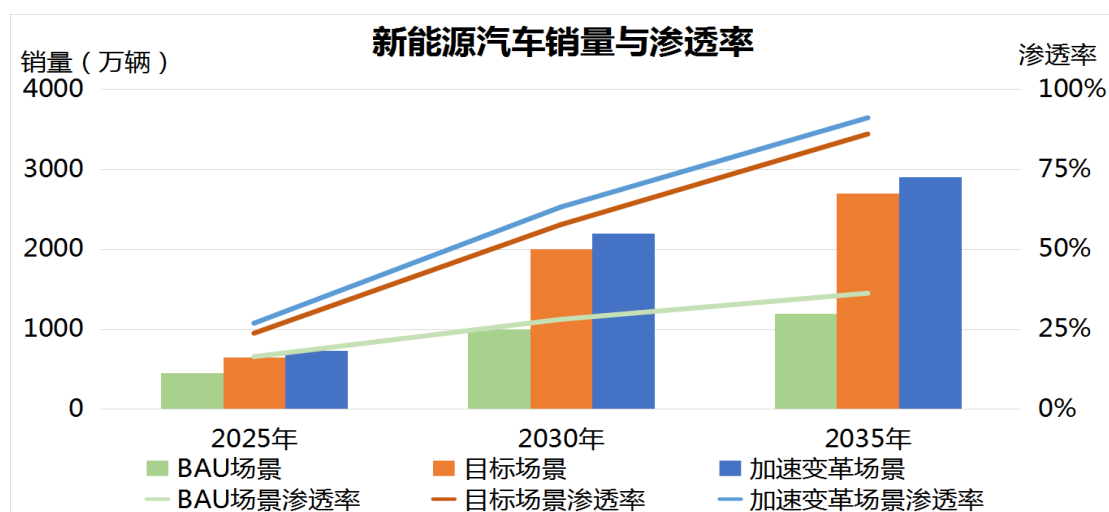


图5 三类充电基础设施场景下新能源汽车销量与渗透率对比

能否有效突破充电瓶颈对于道路交通的低碳化目标同样将产生显著的影响。BAU 场景下，道路交通领域的碳达峰时间为 2029 年左右，且达峰后总排放水平长期维持在 10 亿吨以上的水平。政策目标场景和加速变革场景的达峰时间分别为 2027 年和 2026 年左右，并且达峰后总排放呈现较快下降趋势，到 2035 年能够将道路交通总排放控制在 8 亿吨左右，降幅达到 20%。

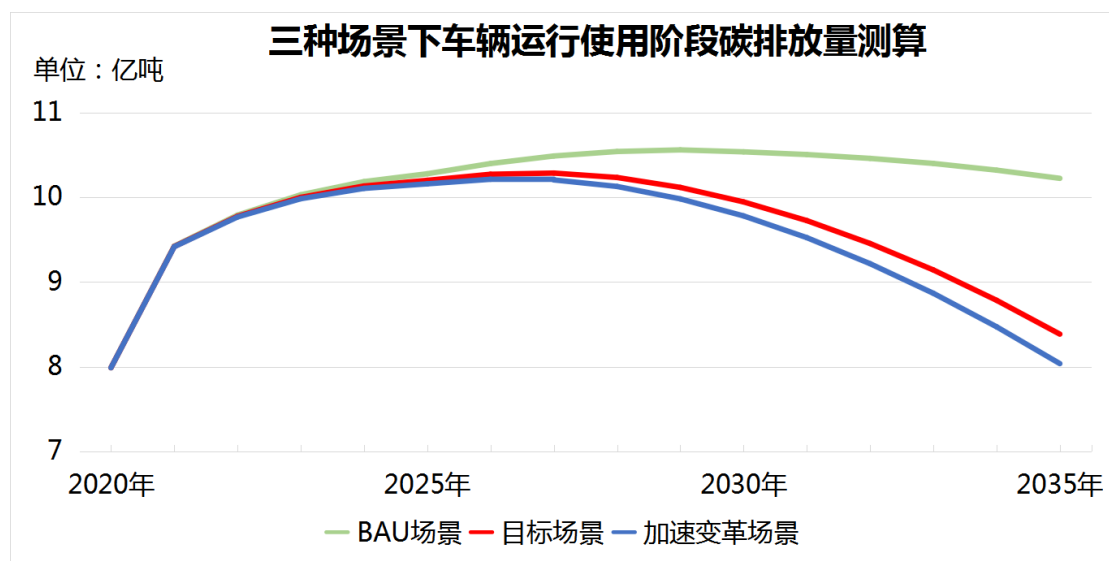


图6 三种场景下的道路交通领域碳排水平比较

通过发挥新能源汽车分布式储能潜力，未来道路交通领域能够通过“储放绿电”取得“外部煤电替代减碳效应”，实现能源汽车总体的“净负碳排放效益”。按照政策目标场景，如我国可在 2025 年左右开始具备 V2G 规模商用条件，则到 2035 年我国 V2G 车辆在私人 and 单位用车的总保有量中占比接近一半，总量达到 1 亿辆，每年通过“储放绿电”替代煤电规模的潜力超过 7000 亿 kWh/年，每年的“外部煤电替代减排效益”可以达到 8 亿吨以上。如果将 V2G 车辆的“外部煤电替代减排效益”计做道

路交通领域的减排贡献，则 2035 年之后，新能源汽车有望帮助道路交通领域实现整体“净负碳排放”，并帮助工业和建筑等其他领域提升绿电消费比例，实现深度减碳，为我国实现碳中和目标作出积极贡献。

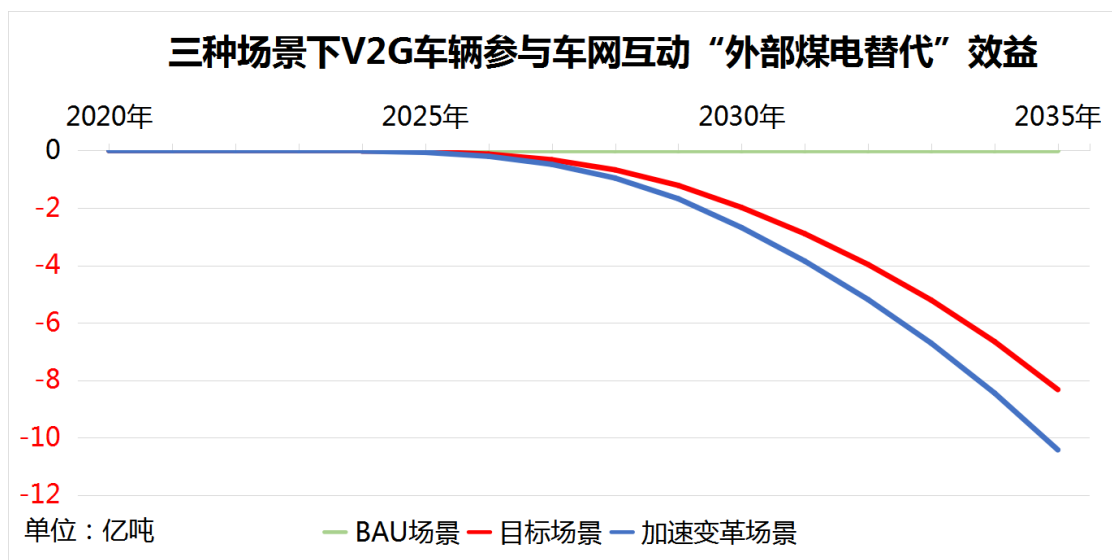


图7 三种场景下 V2G 车辆参与车网互动“外部煤电替代”效益

四、充电基础设施中长期战略与路线图以及“十四五”规划相关建议

基于趋势研判以及情景分析结果，未来我国充电基础设施发展将呈现出显著的阶段性特点，其中 2021-2025 年是实现“突破升级”的关键阶段，2026-2030 年是“提升推广”的阶段，2031-2035 年则有望进入“加速普及”阶段。通过分析提出不同阶段的总体目标，并针对乘用车规模化保障能力、商用车规模化保障能力、低碳化保障能力三个重点领域提出分阶段目标，形成我国充电基础设施中长期路线图的建议方案，如图 9 所示。



图8 充电基础设施中长期战略与路线图

“十四五”期间，考虑到不同类型充电基础设施的功能定位以及发展阶段差异，应针对不同类型充电设施和应用领域制定差异化的政策体系，实现分类施策，统筹推进充电基础设施的高质量发展。

——居民区与单位充电桩适用“加快普及型”政策体系。建议政府部门在“十四五”期间将居民区和单位

充电桩建设作为提升市场规模的核心抓手，制定“加快普及型”政策体系，明确考核指标和进度要求，推进充电桩在居民区和单位的全面普及。

——对于轻型车辆公共快充网络适用“全面提升型”的政策体系。建议政府部门在“十四五”期间将轻型车公共快充网络作为推动行业技术升级换代的关键领域，制定“全面提升型”政策体系，统筹推进新一代大功率快充网络规划布局和既有设备的升级改造，推进我国快充网络实现充电速度与覆盖率的全面提升。

——对于中重型客/货运充换电设施适用“试点突破型”政策体系。建议政府部门在“十四五”期间加强中重型客/货运充换电体系试点示范工作力度，围绕试点示范制定配套政策措施，开展中重型客/货运示范城市、示范城市群和高速示范线路建设，形成示范城市、城市群建设的协同机制，加强财政投资补贴与财税支持，强化电力资源与场地资源保障。

——对于车网互动体系建设，适用“夯实基础型”的政策体系。建议政府部门在“十四五”期间加强智能有序充电和 V2G 标准体系以及试验测试体系建设，组建国家级推进平台，促进产业链各方建立协作机制，推动电网企业、整车企业、电动汽车充电聚合商以及电池等关键零部件企业开展联合技术攻关、标准化、测试验证与试点示范工作。

第一章 “十三五”充电基础设施发展综合评估

2015 年，国务院办公厅印发《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》（国办发〔2015〕73 号）（以下简称“《意见》”）以及国家能源局、发改委、工信部、住建部等四部委印发《电动汽车充电基础设施指南（2015-2020 年）》（以下简称“《指南》”），首次明确了我国充电基础设施政策的顶层设计，为推动相关部委政策出台和地方政策出台提供了依据。本报告从建设目标、监管体系、保障体系、创新发展四个维度对两份文件在“十三五”期间的实施情况进行了评估。

1.1. 建设情况评估

1.1.1. “十三五”充电基础设施实现了总体建设目标

在“十三五”期间，我国基础设施体系实现了“从无到有”的重要突破，形成了涵盖专用充换电站、城际和城市公共充换电网络、单位和个人充电设施组成的充电基础设施体系，有效支撑了 500 万辆新能源汽车推广使用的需求，实现了总体建设目标。

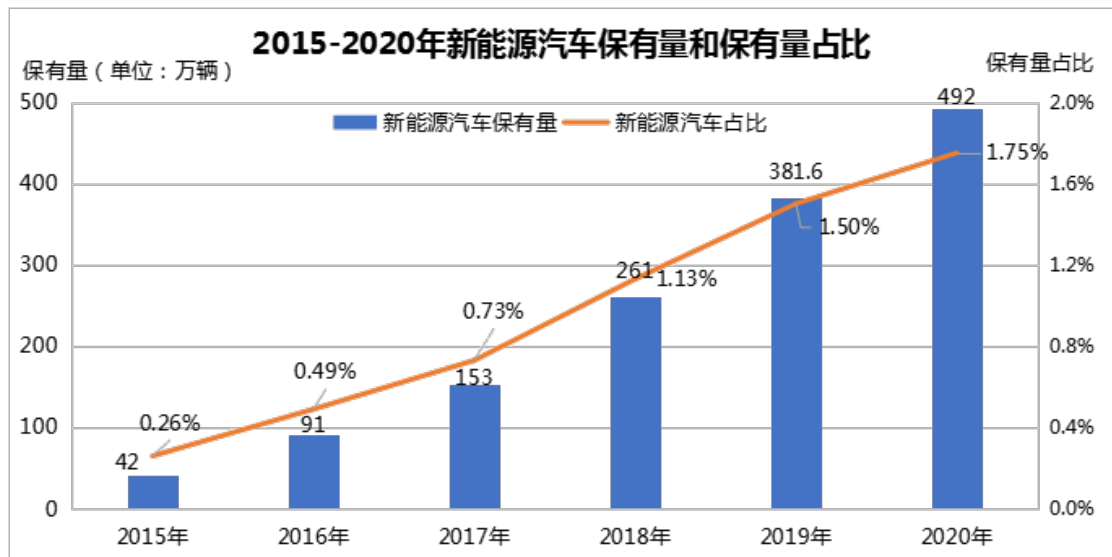


图1-1 2015-2020 年新能源汽车保有量和保有量占比

注：数据来源于上险数。

从充电基础设施对各领域的新能源汽车保障能力来看，目前公交以及出租网约两个公共领域的充电基础设施已能较好满足市场需求，支撑这两个领域率先实现了电动化转型，2020 年市场渗透率分别达到了 97%、46%。

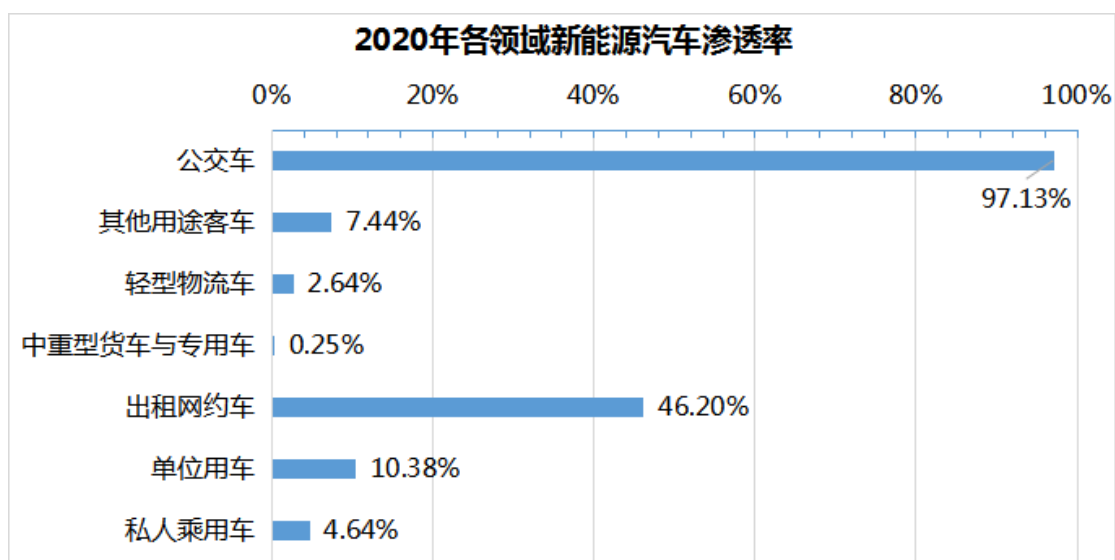


图1-2 2020 年各领域新能源汽车渗透率

注：数据来源于上险数。

根据国家电动汽车充电基础设施促进联盟（以下简称“充电联盟”）以及电网企业相关统计，截至 2020 年底，联盟统计口径的全国各类充电桩保有量达到 168.09 万台^[1]，相比 2015 年增长超过 10 倍，其中，城际快充桩 1 万台，城市公共充电桩 50.66 万台，专用充电桩 29.08 万台，私人充电桩 87.35 万台。

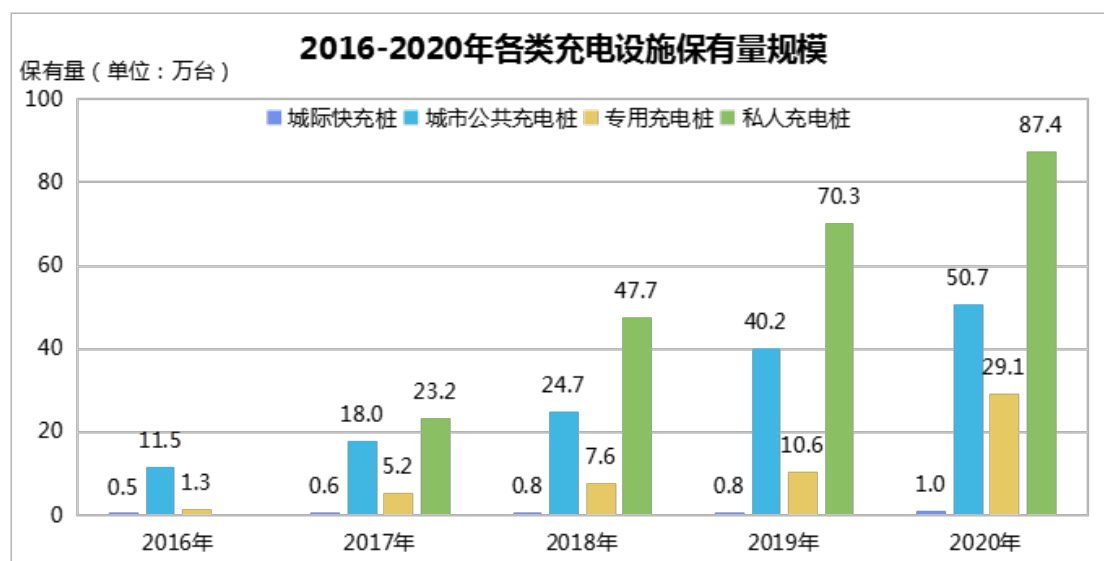


图1-3 2016-2020 年各类充电设施保有量规模

注：数据来源于国家电动汽车充电基础设施促进联盟。

（1）公共充电基础设施规模保持快速增长

公共领域充电桩达到 80.7 万台，超过《指南》目标。

根据充电联盟数据，2015 至 2020 年公共类充电桩的复合增长率达到 100%。2016-2018 年，公共类充电桩年均增长 7~9 万台；2019 年公共类充电桩增长 21.6 万台；2020 年尽管受疫情影响，但在充电桩纳入“新基建”等政策支持下，公共充电桩实现增长 29.14 万台。截至 2020 年年底，公共领域充电桩数量达到 80.7 万台，公共充电桩的

车桩比由 2015 年的 8.4 提升至 6.1，超过了《指南》的建设目标。

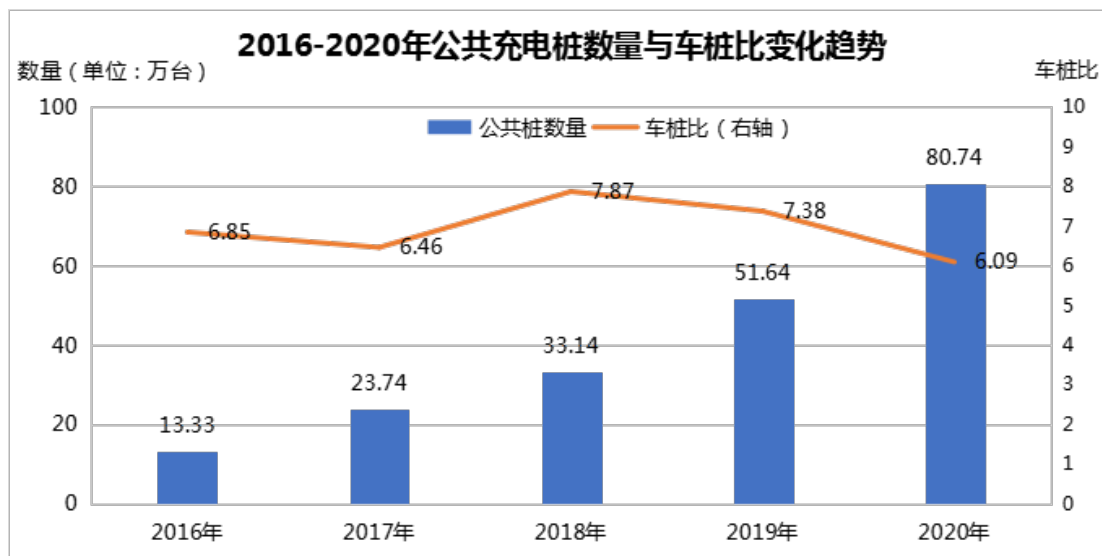


图1-4 2016-2020 年公共充电桩数量与车桩比变化趋势

注：数据来源于国家电动汽车充电基础设施促进联盟。

我国城际高速快充网络规模国际领先。自 2014 年以来，国家电网有限公司在国网经营区域已建成“十纵十横两环”高速公路快充网络，高速公路快充站 2003 座，覆盖全国 171 个城市、5 万余千米高速公路^[6]。

（2）充换电设施建设运营市场体系初步形成

形成了一批具有较大规模和运营能力的充换电运营企业。前三大全国性充电运营商为特来电、星星充电和国家电网，共运营充电桩 59.4 万台^[1]，占比达 73.6%。

近两年来，更多领域的投资主体也开始进入充电设施建设运营领域。其中，整车企业的投入力度最大。如目前特斯拉在中国已经建立了涵盖大功率快充、目的地充电以及家庭充电的完整充电服务体系，尤其在国内率先推

出了 250kW 级别的 3C 大功率快充，并在国内建立了年产一万个大功率快充桩的生产能力，布局力度呈现加强趋势。此外，蔚来、小鹏等新势力也纷纷自建充换电服务体系，大众汽车也与一汽、江淮、星星充电等企业合资成立了开迈斯新能源科技有限公司开展充电业务建设运营。其次，互联网企业、地产企业以及油气企业的布局力度也有显著加强。比如，滴滴旗下的小桔充电依托丰富运营司机端资源，已成为充电领域的重量级玩家；高德地图近两年也加大了充电桩资源整合力度，依托其地图和流量优势，已成为重要的第三方充电聚合平台；恒大、中石化等地产、油气企业也纷纷布局充电相关业务。

1.1.2. 当前建设环节存在的主要问题

（1）公共充电设施区域不平衡与无序发展问题凸显

我国充电设施主要集中在一二线大型城市，中小城市和乡镇覆盖率明显不足。基于高德地图采集的各个城市充电站和加油站的数据，可以定义“油电比”²的指标来比较公共充电站和加油站在覆盖率方面的差异。通过各级别城市的“油电比”指标来看，限购城市公共充电站数量已经是加油站的近 3 倍，新一线和二线分别达到和接近加油站规模，但三线及以下城市距离加油站规模相差较大。

通过分析不同级别城市出租网约车和轻型物流车领域的市场渗透率来看，随着不同级别城市公共充电站的

² 油电比=公共充电站数量/加油站数量

“油电比”指标不断下降，出租和轻型物流电动汽车的市场渗透率也随之降低。公共充电站“油电比”作为反映充电便捷性的重要指标，表明其对于运营车辆的电动化影响较大，各地公共设施发展水平差异一定程度制约了运营类新能源汽车消费潜力的释放。

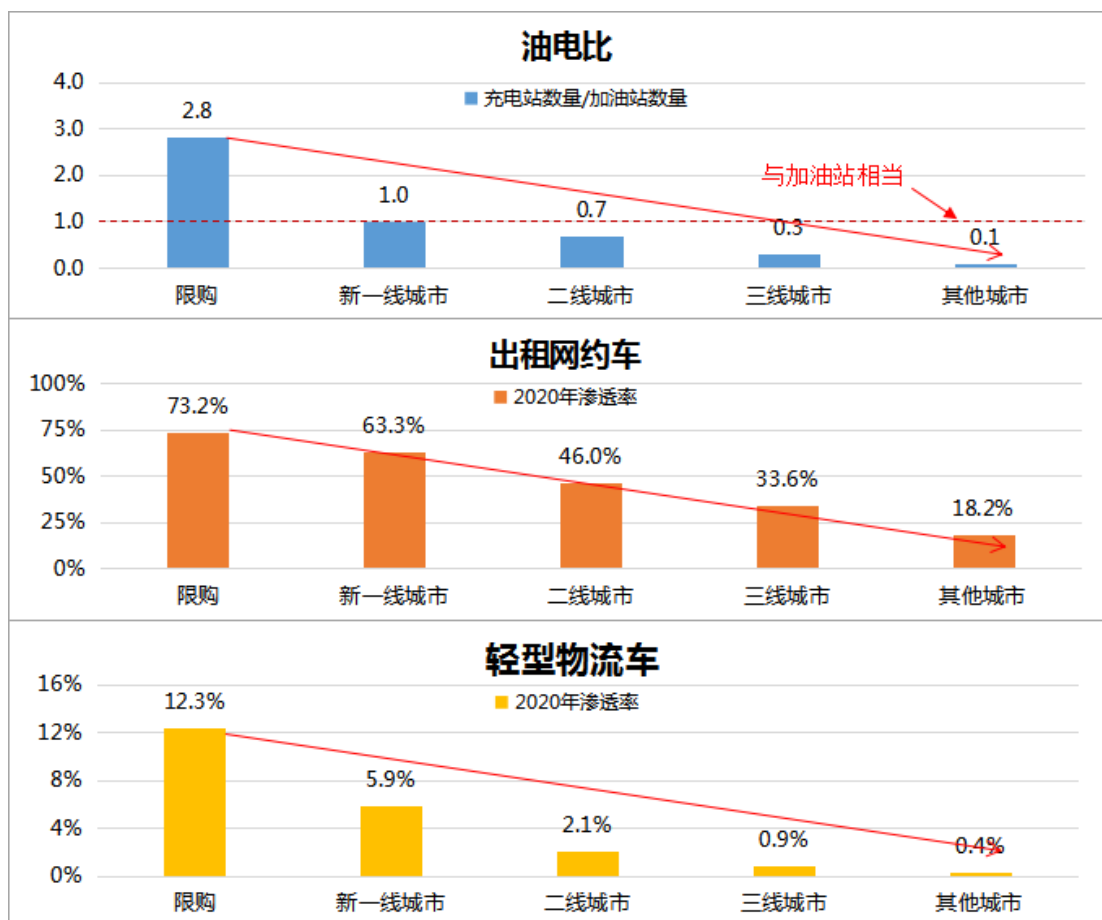


图1-5 各级别城市油电比和出租物流新能源渗透率对比

注：数据来源高德地图、上险数。

此外，目前公共充电基础发展还存在无序发展的问题，部分热点地区公共充电场站排队现象较为突出，但多数地区充电桩闲置率高，市场总体利用率水平偏低。根据行业调研情况来看，我国城市公共充电桩整体容量利用率

偏低，以上海为例，2020 年上海市公共充电桩时间利用率³只有 1.95%^[7]，也就是平均一天的充电总时长不到 0.5 小时，局部区域出现设施供给过剩和恶性竞争等现象。

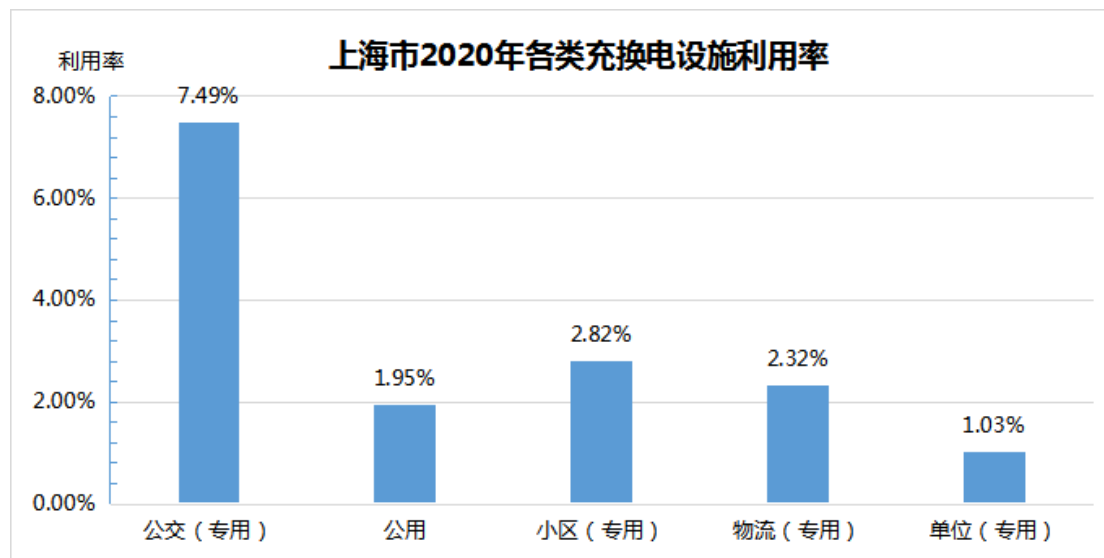


图1-6 上海市 2020 年各类充换电设施利用率

注：数据来源于上海市新能源汽车公共数据采集与监测研究中心。

（2）对于私家车市场规模化发展的支撑能力不足

目前，全国关于居民充电桩总体规模缺乏有效的全口径统计途径。按照充电联盟统计，截至 2020 年底，其收集的 124.5 万个样本共配建了 87.35 万台私人桩，配建比例为 70.2%。从对国家新能源汽车监管平台以及行业内代表车企调研收集情况来看，充电联盟的统计结果相对偏乐观，结合各方调研情况，课题组预计截至 2020 年底我国私人充电桩整体配建比例应该在 60%左右，总体私人充电桩配建规模约为 140 万台。其中，部分中高端品牌用户由于停车条件相对较好，配建比例可能高达 80%左右，但对

³ 利用率的计算公式：利用率=本年度累计充电时长/本年度总时长，本年度总时长的计算方式为：充电接口数量 x12（月）x 30（天）x 24（小时）

于主流大众品牌车辆来看，配建比例普遍仅有 50%左右。

需要指出的是，由于“幸存者偏差”效应，当前私人用户充电桩配建率水平并不足以反映出当前私人乘用车市场的充电环境和对用户满足度，反而较大程度说明了目前购车用户中大部分用户仍然倾向于使用私人桩来满足其充电需求。

通过对不同级别城市的私人新能源汽车市场渗透率分析来看，除了限购城市之外，其他城市的私人新能源汽车市场渗透率水平较为接近，与不同级别城市公共充电桩覆盖率的差异相关性较低，也表明私人市场对于公共充电设施的依赖度要显著低于运营类车辆。

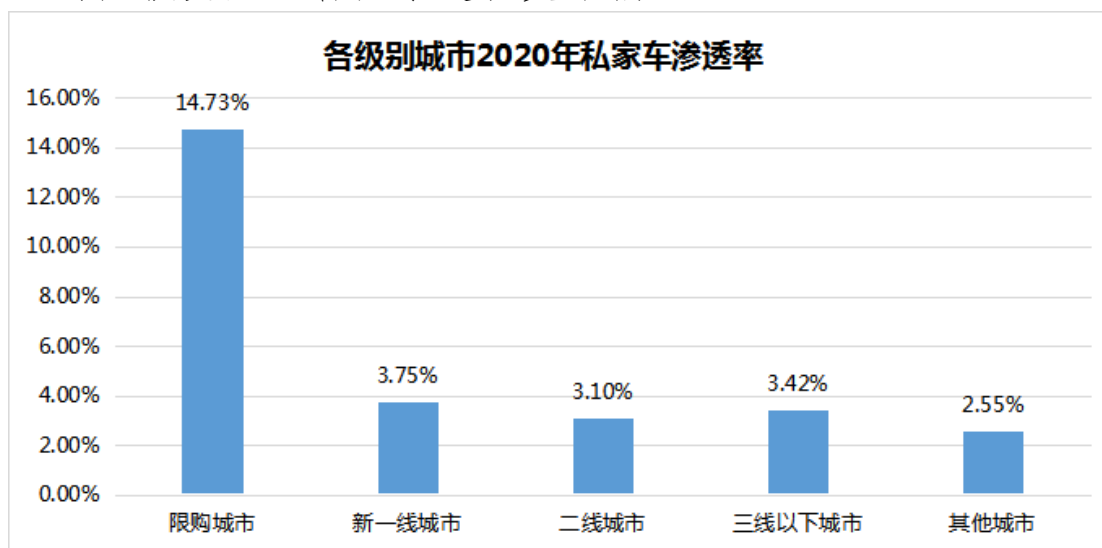


图1-7 各城市 2020 年私家车渗透率

注：数据来源于上险数。

从当前市场表现和用户调研反馈来看，私人充电桩是私人用户当前阶段最佳充电解决方案，但目前私人充电桩建设还存在以下诸多方面挑战。

——固定车位停车资源不足，预计全国范围拥有固

定车位的车主仅有 60%左右。根据发改委 2015 年发布数据，我国大城市车位比约为 1:0.8，中小城市车位比约为 1:0.5。2020 年下半年，国家发改委城市交通中心主任程世东表示全国停车位缺口约 8000 万个左右。考虑到 2015 年之后新建小区停车位配建标准有显著的提升，预计 2020 年我国私家车车位比约为 1:0.6。

——存量小区固定车位电气化改造由于投资大和协调难，导致目前固定车位电气化覆盖率不足。在电网企业直供电小区，主要由电网企业在用户报装后再进行电气改造和提供接入服务，改造范围和预留接入条件较为有限，部分车位用户需要从电网接入点拉出数十甚至上百米电线才能接入，成本高、施工影响大，且存在一定安全隐患。在非电网企业直供电小区，则需要物业进行电气改造和提供接入服务，物业投资改造积极性不高，用户即使有固定车位也无法接入。部分小区物业则直接以消防安全和电力容量为理由，不配合用户办理充电桩安装手续，也导致用户无法实现接电。最后，考虑到电动汽车潜在自燃风险，还需要按照消防相关要求对车库消防设施进行相应的升级改造，也增加了建设的难度。

——存量小区公共停车位普遍紧张，建设公共充电车位面临落地和管理挑战较大。目前新能源车占比偏低，在小区公共停车位建设公共充电桩，车位利用率低，容易引起大部分燃油车主的反对，油车占位、充电挪车等问题容易激化车主之间的矛盾，增加物业管理的难度。

——新建小区对 100%配建比例的要求不明确，普遍不具备直接装表接电条件。对于新建小区，尽管我国在政策层面已要求所有新建小区停车位必须 100%具备或预留充电桩建设安装条件，但从实际情况来看严格执行的城市数量不多，且多数新建小区仅预留电力通道或仅部分车位实现电力的直接供应，电力链路存在断层或覆盖面有限，多数用户仍并不具备直接装表接电条件；这种情况下，不少车主申请充电桩后仍需要等待小区上一级配电系统升级改造后才能接电，但由于这一环节的投资主体和建设要求并不清晰，用户依然无法用上充电桩。

（3）当前技术和保障体系尚不足以支撑中重型货运电动化

中重卡电动化尚处于起步期，当前的电池与充电技术尚无法满足绝大部分中重卡的应用需求，除了深圳等少数城市在推动泥头车、环卫车方面取得一定进展之外，其他地区的重卡电动化基本尚未启动。从 2020 年中重型货运上险数来看，限购城市中重卡的新能源渗透率也仅有 1.46%，其他区域渗透率仍非常低。

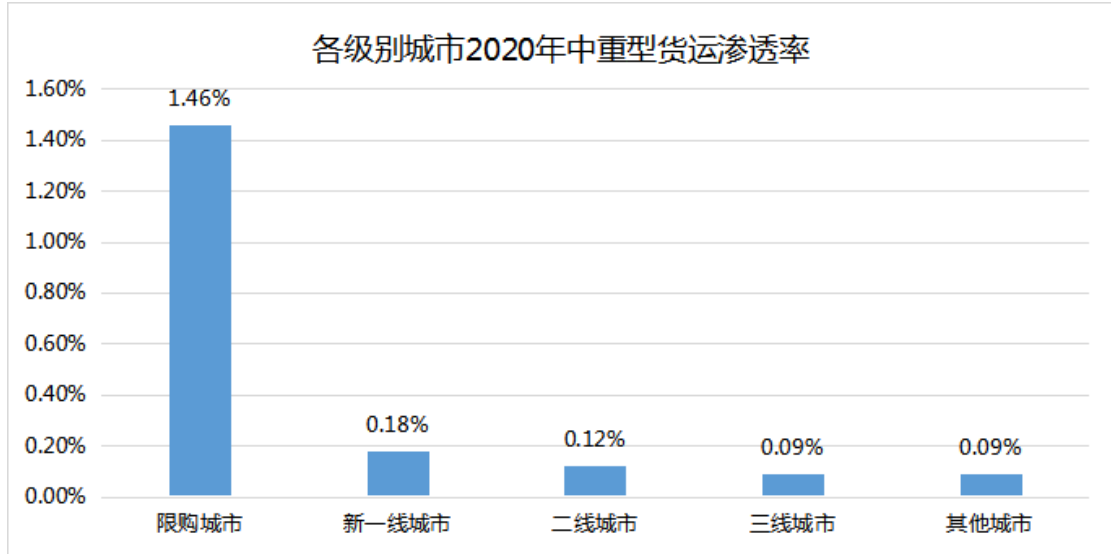


图1-8 各别城市中重卡新能源渗透率对比

注：数据来源于上险数。

从经济性上面来看，目前纯电动中重型货运车相比柴油车经济性不显著。以 31 吨自卸车为例，柴油重卡百公里油耗 40L，纯电动重卡百公里电耗 120 度，如果柴油价格是 5.5 元/L，充电价格为 1 元/度，日行驶里程 200 公里，每年运行 300 天，电动重卡与柴油重卡的全生命周期成本比较如下图。可以看到，在前面的 8 年内，电动重卡的经济性反而没有柴油重卡好，如果算上电池的重与体积的增加给电动重卡带来的单次载货量的减少，电动重卡的经济性可能更差。

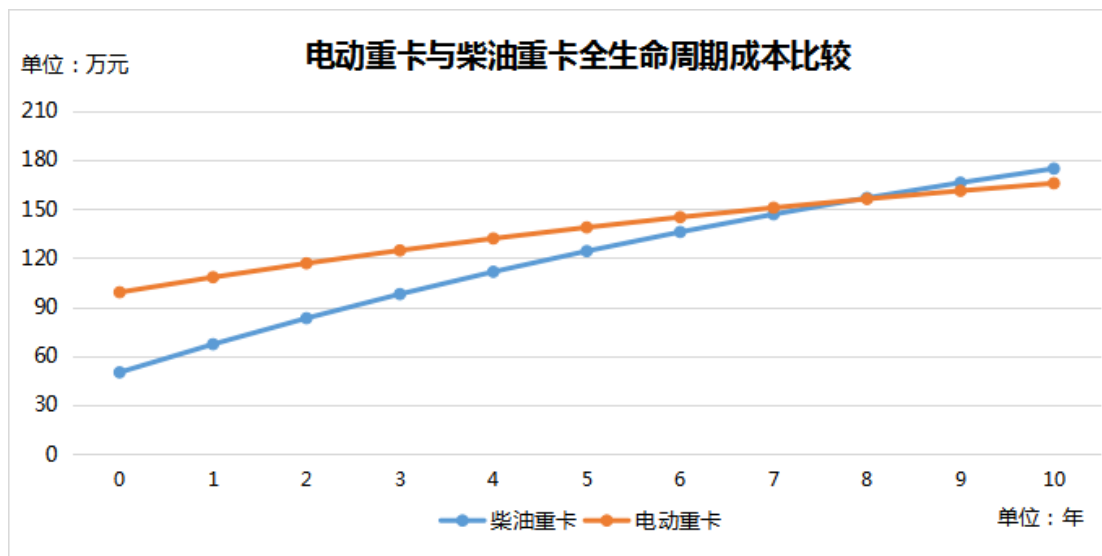


图1-9 电动重卡与柴油重卡全生命周期成本比较

从便利性来说，目前的电池和充电技术也会增加纯电动中重型货运车的时间成本，甚至在某些场景下会影响中重型货运车的运行。同样采用上面 31 吨自卸车为例，如果电池的容量为 360 度，考虑 30% 的续航裕度，那么单次续航就只有 210 公里，如果日均行驶 200 公里，那每天需要充电 1 次，如果单次运输距离超过 210 公里，就需要中途补电，如果途中不具备充电条件，电动重卡将无法使用。

因此，目前重卡电动化仍高度依赖政策推动，主要集中在深圳等部分政策力度较大的地区。深圳市交通运输局官网 2019 年发布《深圳市纯电动泥头车推广使用实施方案》，在补贴、路权等配套政策和充电桩等配套设施方面予以支持和保障，泥头车可享受总额 80 万的专项资金支持，这是深圳泥头车发展的关键驱动力。在深圳市政府强制并大力推崇下，深圳市较高比例的泥头车更换为电

动泥头车，截至 2019 年 12 月 31 日，深圳市共上牌纯电动泥头车 4200 辆，占全市泥头车总量的 31.6%，实际投入运行约 3000 辆。

1.2. 监管体系评估

1.2.1. 监管体系和监管能力初步建立

监管主体进一步明确。总体形成了中央层面由国家能源局牵头、地方层面由充电基础设施主管部门牵头的双层监管体系，中央与地方有机结合，共同推进充电基础设施行业的健康有序发展。

审批要求显著简化。简化审批的要求“个人在自有停车库、停车位，各居住（小）区、单位在既有停车位安装充电设施的，无需办理建设规划许可、建设工程规划许可证和施工许可证；在建设社会公共停车场（楼）时，无需为同步建设的充电桩群等充电设施单独办理建设工程规划许可证和施工许可证”在各地得到了有效执行，充电设施建设的审批流程大幅简化。

标准体系有效推进。标准体系基本完善，已完成基础标准、传导充电、无线充电、电池更换、充换电站建设运行、充换电服务等相关标准制定，有效覆盖了设备、建设、运营等主要场景。北京、上海、浙江、重庆等主要省市先后出台新建住宅和公共建筑停车位充电设施配建标准，并且配建的比例和配建的要求都在逐步提高。充电技

术标准国际化进程持续推进，中国 2015 年提出充电标准成为全球四个主要充电国际标准之一；2020 年，中国提出新一代大功率充电技术方案在受到认可。智能有序充电逐步得到推广，上海出台首个智能有序地方标准，四川、济南补贴政策向有序充电倾斜，成都出台政策开展居民区充电桩统建统管试点，浙江出台三年行动计划推进加快实现智能服务和自用充电桩智能有序充电。

监管政策体系和监管能力建设持续加强。多地出台了建设运营管理办法，形成了较为完善的监管政策体系，北京等地方出台了禁止燃油车占位等规定。中国电动汽车充电基础设施促进联盟的国家电动汽车充电基础设施监控平台（国家充电平台）已于 2019 年上线，在行业统计、认证、安全检查等方面发挥了积极作用。

多个地方政府监管平台上线，数字化监管能力显著加强。截至 2020 年底，全国范围共有 46 个已投运的省市监管平台（省级 17 个，市级 29 个），14 个已授权在建的省市监管平台（省级 6 个，市级 8 个）。北京、上海等地区已建立较强的精细化分级监管机制和流程。地方监管平台主要承担充电运营商数据接入、行业分析、政策研究与实施、质量监管、对外信息发布等功能。

1.2.2. 监管体系与监管能力存在的主要问题

政府规划的引导和约束作用尚未有效发挥。公共充电设施的规划引导和约束机制未有效建立，充电规划与其他

专项规划以及充电设施补贴政策衔接不足。各地发布专项规划占比不高，普遍滞后 1 年以上，且多数未明确布局，与停车设施规划和控制性详细规划衔接不够；高速服务区快充规划和落实配建要求尚未有效落地。

标准体系对监管支撑能力和前瞻性仍待加强。小区和公共建筑配建比例标准尚待细化。同时尚有多个地市未明确地方标准。行业质量与安全监督的标准体系也有待进一步完善和细化。对智能有序充电和 V2G 等前瞻性场景支持能力不足。

监管政策体系仍需进一步细化。对于企业的运营资质、违规处罚、不合规企业退出机制、充电平台监管等方面要求仍需加强和明确。对于解决燃油车占位问题上企业和政府的责权利与边界仍需理清，形成合理的激励处罚机制。

监管能力仍需进一步加强。行业的统计机制仍待健全，存在覆盖不全、不同年份以及国家和地方统计数据不一致等问题。国家、省级、地市平台的定位以及数据贯通不足，平台覆盖和监管支撑作用有待加强。行业的认证与质量及安全监管体系的强制性和覆盖面不足，激励和处罚手段缺乏。转供电与直供电场景下的电价成本差异较大，转供电监管体系有待加强。

1.3. 保障体系评估

1.3.1. 保障体系和保障能力初步建立

场地资源保障得到了显著加强。多地出台了公共建筑停车位配建比例要求，公共充电场站资源有了有效保障；公交、出租等公共服务领域充电场站用地得到了政府有效支持和协调。

电力保障能力有了显著提升。明确了集中式经营设施认定标准，落实电价优惠，推动电网企业明确报装服务流程。多个地区对于新建小区和公共设施建设的电力配套已有明确要求。多个地区电网企业对存量小区进行了电力增容改造，为私人充电桩接入创造了条件。部分地区存量小区改造还纳入了老旧小区改造项目支持范围。

财政支持措施发挥了重要作用。“十三五”期间的中央财政奖励办法有效推动了各地充电设施建设，新能源汽车发展较快的地方政府普遍出台了地方充电设施补贴政策，上海、北京实现了补贴与场站服务考核级别挂钩机制，进一步向优质场站倾斜。在市场竞争导致服务费持续下行的局面中，政府补贴成为运营企业持续运营或盈利关键。

1.3.2. 保障体系和保障能力存在的主要问题

场地保障依然存在较大挑战。物流、货运领域停放条件相对较差，用地性质多为临时用地，充电场地保障难度较高；部分地区对公共服务领域的充电场站用地和公共停车资源的协调力度不够。

电力保障能力仍存在明显痛点。各地新建小区的电

力配套标准仍不统一，多数不具备“直接装表接电”条件，需二次投资改造；配套电力建设协调难度大，缺乏针对性的电力配套建设支持政策，推进难度较高；存量小区电力增容改造投资大，投资回收机制尚不明确；对于智能有序用电和 V2G 等“电网友好型”技术应用推广缺乏针对性的推动措施。

财政支持措施仍有较大提升空间。部分基础薄弱地区达不到中央奖补门槛，且自身财政实力难以支撑充电设施补贴投入；各地区补贴政策差异较大，存在发放流程机制尚不健全，效率偏低的问题；对于高速公路、中小城市和乡镇的保障性设施缺乏针对性支持不足；补贴标准和持续年限不明确，难以为运营商提供稳定的投资回报预期。

1.4. 创新发展评估

1.4.1. 技术与模式创新取得了显著进展

2015 年以来，我国充电技术取得了较明显进步，单位成本大幅下降，作为直流充电桩主要器件的功率模块，约占充电桩整体成本的 $1/4 \sim 1/3$ 左右。根据充电联盟年度报告数据，功率模块 2020 年生产成本已经降低至 0.35 元/W，成本大幅下降。与此同时，我国充电桩直流充电功率模块全面实现国产化，单桩功率持续提升，100kW 功率以上的快充桩数量持续提高，率先在国际上推出充电弓、群充群控等充电技术，大功率充电、有序充电等新技术实

现示范应用，换电技术性能显著改善。

在模式创新方面，在互联网应用方面进展较快，各种运营平台推陈出新，出现了自建自营、托管运营、跨界运营等多种模式。平台功能包括场站建设、充电管理、运营、运维、清算、报表、大数据修车、营销系统、知识库等，实现充电网、车联网、互联网的三网融合。平台之间的互联互通、跨平台结算极大地方便了用户体验。大平台的代运营、加盟等模式为中小运营商提供了强大的平台支持，降低了行业的进入门槛，壮大了行业规模。高德、百度、滴滴等互联网企业进入充电桩线上运营，丰富了用户流量入口，降低了用户找桩用桩的难度，也极大地提升了用户体验。

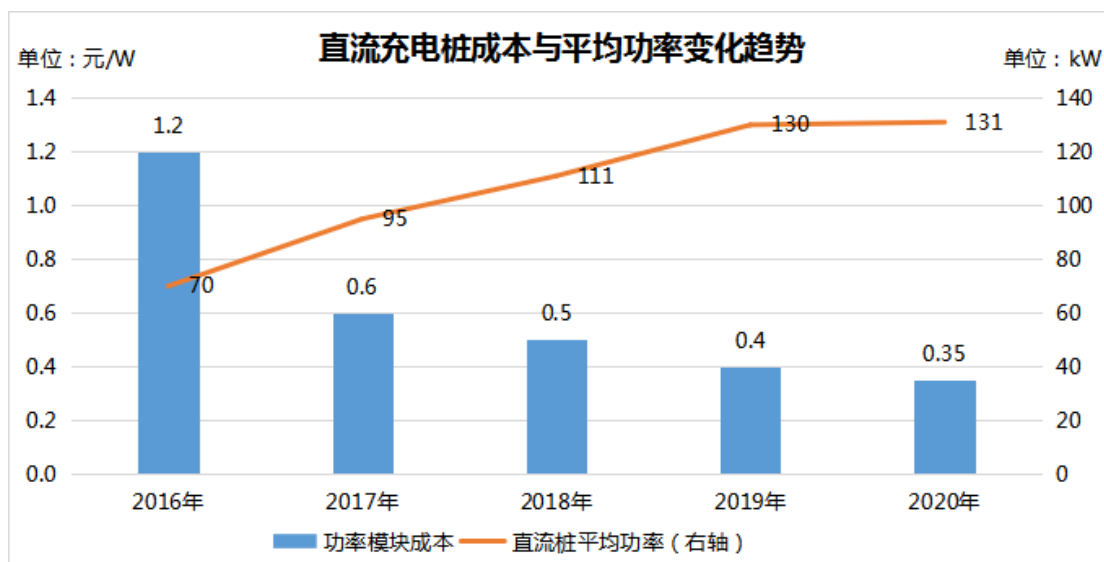


图1-10 直流充电桩成本与平均功率变化趋势

注：数据来源于中国电动汽车充电基础设施促进联盟。

1.4.2. 创新发展方面存在的主要问题

1. 技术创新方面存在的主要问题

（1）大功率快充技术方面，我国的快充网络部署计划和落地相比美国和欧洲有所滞后

欧洲车企目前正在欧美大规模铺设 CCS 标准的快充网络，如大众在美国主导的 Electrify America 项目已经在美国开设了 600 个公共超快速电动汽车充电站，拥有接近 2600 个最高 350kW 的快充桩，并计划到 2021 年底前开设 800 个充电站，2022 年初将超快速充电器带到全美 47 个州和哥伦比亚特区^[9]；宝马、戴姆勒、福特和大众等联合成立的 Ionity 致力于为欧洲主要高速公路沿线的电动汽车建立大功率充电网络，其在欧洲已开设了 300 多个充电站和 1200 多个快速充电桩，IONITY 的目标是在欧洲主要高速公路沿线每 120-150 公里建立一个超级快充站^[10]；保时捷是欧洲 350kW 超快充电桩建设的主力军；特斯拉是最早在全球布局超级充电桩的企业，据特斯拉官网显示，其在全球部署的超级充电站已经超过 2700 座，超级充电桩数量达到 25000 个^[11]。我国目前尚未有大功率快充的明确布局规范目标，仅仅在局部开展了小规模在场站试点。

（2）V2G 方面，尽管我国也开展了试点和技术验证，但距离规模推广应用仍存在较大差距

目前我国的技术方案和标准制定进程有所滞后，示范试点深度和广度与国外仍有一定差距。美国加州 2014 年就制定了 VGI 路线图，从政策、经济、技术三个

方面做了规划，2020 年底，美国加州公共事业监管委员会进一步明确要出台具体措施推动 V2G 的商业化部署。2018 年 1 月英国政府宣布将拨款约 3000 万英镑支持 21 个 V2G 项目，这些项目涉及 50 多个来自能源和汽车行业的工业合作伙伴和研究机构，标志着世界上最大和最多样化的 V2G 活动，并在英国各地试用了 1000 多辆汽车和 V2G 充电桩。2018 年，日本经产省在需求侧虚拟电厂示范项目中，为 V2G 示范项目提供了财政补贴。据报道，大众计划从 2022 年起将 V2G 纳入其第二代 MEB 平台上制造的每一款电动车。

2. 模式创新方面的主要问题

在模式创新方面，我国在以下几方面仍有较大提升空间：

一是在政府整合公共资源以 PPP 或公开招标等方式引入社会资本建设方面的模式创新相对较少，尤其对于社会公共停车资源的整合有较大提升空间，对于社会保障型设施通过政府购买服务保障投资方合理收益的机制也需进一步探索。

二是居民区和单位内部充电桩建设运营仍较为粗放，停车充电一体化的智能共享运营模式应用较少，市场化机制和数据衔接机制尚不完善。充电服务企业与整车企业以及商业地产合作仍处于起步阶段，未能充分实现双方优势互补。

三是对于车网协同配套电力交易和能源服务模式和

机制的政策支持力度仍不够，未能为车网协同商业化落地提供有效的市场机制和政策环境支持。

第二章 充电基础设施功能定位与发展趋势研判

2.1. 充充电基础设施发展的外部环境

2.1.1. 全球“碳中和”背景下车辆电动化转型步伐加速

目前，全球主要经济体均已提出明确的“碳中和”目标，具体如下表所示，这一轮全球性的“碳中和”浪潮，有望加速推动全球车辆电动化进程。

表2-1 全球主要经济体“碳中和”承诺^[14]

主要经济体	“碳中和”时间	承诺性质	备注
中国	2060 年	政策宣示	2020 年 9 月 22 日
欧盟	2050 年	长期战略（提交联合国）	2020 年 3 月
英国	2050 年	法律规定	2019 年 6 月
美国	2050 年	拜登当选后表态	2020 年 12 月
美国加州	2045 年	行政命令	2018 年 9 月
加拿大	2050 年	政策宣示	2019 年 10 月
韩国	2050 年	政策宣示	2020 年 10 月 28 日
日本	2050 年	政策宣示	2020 年 10 月 26 日

（1）国外发达地区政策法规力度显著加强

欧洲地区通过严格排放标准政策和加快实施“禁燃”目标，有望使得欧洲新能源汽车行业持续快速增长。欧盟发布“2019/631 指令”^[15]中要求各车企在欧盟地区销售的乘用车的新车平均碳排放到 2025 年要进一步

降低至 80.75g/km，平均油耗低于 3L/100km，到 2030 年降低至 59g/km。目前，欧洲也是“禁售燃油车”政策力度最大的地区，如 2016 年挪威和荷兰相继提出到 2025 年和 2030 年禁售纯汽油、柴油车的计划；此后德国、英国、法国也分别表态到 2030、2040、2040 年进行禁售燃油车。近期英国还将其禁售燃油车时间进一步提前至 2030 年（比原计划提前十年）。总体来看，随着大众等传统欧洲汽车巨头全面进入电动汽车市场，欧洲政府推进“碳中和”和交通领域电动化的政策力度有望进一步加大，以实现欧盟提出的 2030 年新能源汽车销量占比达到 35% 的目标。

美国随着拜登当选总统，新能源汽车产业得到更大政策支持，加州地区有望继续成为车辆电动化转型的全球标杆。与美国特朗普政府上台后大幅降低对汽车制造商的燃油效率标准，提议撤销购买电动汽车税收减免等政策不同，美国新当选总统拜登延续了奥巴马政府时期的政策，将积极支持新能源汽车产业发展。2021 年 6 月，美国参议院财政委员会通过了《美国清洁能源法案》^[16]提案，该提案将美国新能源汽车的税收抵免上限由 0.75 万美元/车提升至 1.25 万美元/车；同时，放宽了汽车厂商享税收减免的 20 万辆限额，并将提供 1000 亿美元购置补贴，在渗透率达到 50% 后，才启动税收抵免退坡程序，退坡期为三年。美国加州也一直是全球新能源汽车标杆地区，提出了到 2025 和 2030 年分别发展 150 万和 500 万辆

零排放汽车的目标^[17]。2020 年加州州长发布行政命令，要求所有新销售乘用车在 2035 年前实现零排放。加州政府还在全球率先制定了先进清洁卡车的法规，要求到 2045 年所有在加州销售的卡车将是零排放车^[18]。

日韩电动化转型也有望在“十四五”期间取得更大突破。尽管日韩的动力电池企业已在全球处于领先地位，但日韩车企的电动化转型步伐总体有所滞后，导致日韩政府在政策推动方面也采取了相对保守的态度。但目前丰田、现代等日韩车企巨头即将全面发力，相应地，日韩政府最近也显著加大了对新能源汽车的支持力度。根据 2020 年 12 月的最新报道，日本政府计划将其对纯电动汽车的补贴从目前的 40 万日元增加至 80 万日元（约 5 万元人民币），增幅达到一倍。此外，日本政府设定了更高的排放标准，要求日本 2030 年的平均燃油经济性目标比 2016 年的基线水平高出 32.4%^[20]。预计到 2030 年，混合动力汽车和插电式混合动力汽车的总市场渗透率将达到 20%。2019 年 10 月，韩国政府公布了“未来汽车产业发展战略”，提出了实现未来汽车全球第一竞争力的愿景。在此基础上，2020 年 10 月韩国政府又发布了《未来汽车扩张与市场占领战略》的公告，希望通过便利性、价格和需求三项创新，实现未来汽车友好型社会体系，提出到 2025 年在既有建筑中新建 50 余万个充电停车位。到 2022 年，新建建筑的充电停车位配建比例从现行的 0.5%提高至 5%，现有建筑的充电停车位改造比例达到 2%，到 2025 年每个高速公路服务区平

均充电桩数量达到 15 个；公私合作促进技术创新和专用平台的应用，推进“无电池”试点项目，提高新能源汽车的经济可行性；扩大对出租车、卡车和公共汽车等商业领域的支持；到 2025 年在韩国国内普及 113 万辆电动汽车^[22]。

（2）跨国汽车巨头电动化转型全面加速

大众集团^[25]

——产品规划：大众集团在 2020 年年度报告中提出，打算在未来五年内投资约 350 亿欧元用于电动汽车，另外还有 110 亿欧元用于混合动力的车型组合。商用车部门 TRATON 计划到 2025 年投资 10 亿欧元用于电气化。预计到 2025 年，全球约有五分之一的大众汽车集团新车将采用纯电动驱动，根据市场发展，每年将有超过 200 万辆电动汽车上市；到 2030 年为全球客户提供大约 70 款纯电动汽车型和 60 款混合动力车型，实现其整个车型组合的电气化目标——从大批量车型到高档车型。

——全新平台产品进展：2020 年 9 月份，基于 MEB 平台打造的首款车型大众 ID.3 在欧洲正式交付，并在 10 月份销售迅速成为欧洲市场销量冠军，2020 年总共交付 56,000 辆，展示了大众新平台产品的较强竞争力。大众 MEB 平台的第二款车型 ID.4 已于 2021 年初在欧洲和中国开始交付，标志着传统汽车巨头正式开始在全球电动汽车市场全面发力。大众基于中高端平台 PPE 的首款产品预计将于 2023 年面试，将能够支持 3C 大功率快充，2020 年 10

月，奥迪与一汽成立的新合资公司宣布计划在 2024 年将投产首款 PPE 平台车型。

丰田集团

——产品规划：丰田集团 2019 年 6 月发布了其最新电动化战略，将其电动化战略的“达成时间表”提前了 5 年，提出到 2025 年要在全球实现年销售 550 万辆电动化车型的目标。其在 2020 年起将在全球范围内推出 10 款纯电动车型，其中包括 6 款基于 E-TNGA 打造的全球车型^[27]。得益于 E-TNGA 的通用性，未来推出的 6 款车当中涵盖了小型车（与铃木和丰田大发合作）、中型跨界车、中型轿车、中型 MPV、中型 SUV（与斯巴鲁共享开发）以及大型 SUV，这将使得丰田的纯电动车型序列得到很大的完善。丰田基于将可持续汽车推向市场的理念，正在建立全系列的电动汽车，到 2025 年，电动车型的数量将达到 70 款左右。为了建立完整的电动汽车阵容，丰田正在计划到 2025 年推出 15 款纯电动汽车，其中包括 7 款丰田 bZ 车型。

——全新平台产品进展：2019 年 10 月，丰田发布了专用于纯电动汽车的模块化平台 e-TNGA^[26]。2021 年 4 月 19 日丰田宣布其新成立的纯电动汽车 (BEV) 丰田 bZ 系列，并在上海车展发布丰田 bZ4X 概念版，这是 bZ 系列的第一款车型，计划在 2022 年年中开始在全球范围内销售该型号^[28]。

戴姆勒集团

——**产品规划**：2019 年 9 月，戴姆勒集团提出了“2039 愿景”^[30]：2022 年所有细分市场中都有电气化车型；2025 年纯电动汽车销量占比达到 25%；2030 年，电动车型（包括纯电动和插电式混合动力车型）占乘用车新车销量一半以上份额；2039 年，力争实现乘用车新车产品阵容的碳中和。

——**全新平台产品进展**：2021 年 4 月 16 日，奔驰 EQ 纯电家族在经历了 EQC、EQA 的投石问路之后，正式发布了真正基于纯电平台 EVA 开发的首款车型 EQS，WLTP（World Light Vehicle Test Procedur）电动续航里程超过 700 公里；2022 年开始将陆续发布 EQB、EQE、EQE SUV、EQS SUV，乃至 EQG（电动版大 G）等车型。2025 年开始，戴姆勒将基于其第二个全新专属电动化平台——专为紧凑及中型汽车设计的 MMA 模块化平台推出更多电动化车型，进一步完善电动产品阵容^[29]。

2.1.2. 中国产业规划明确了产业发展目标与方向

2020 年 10 月 20 日，国务院办公厅发布了《新能源汽车产业发展规划（2021-2035 年）》^[3]（以下简称“《规划》”），对我国“十四五”及中长期的新能源汽车产业发展进行了总体部署，明确了发展愿景和五个方面的重点任务，提出保障措施，为行业发展提供了总体遵循。

（1）20%销量占比与公共领域全面电动化

《规划》明确提出，到 2025 年，我国新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的 20%左右，实现电动汽车的规模化推广，充换电服务便利性显著提高；力争经过 15 年的持续努力，纯电动汽车成为新销售车辆的主流，公共领域用车全面电动化。

（2）新能源汽车与能源融合发展

将车网协同作为三大融合发展方向之一。《规划》提出推动新能源汽车与能源、交通、信息通信三大产业融合的发展方向，与能源融合作为首要方向在规划中予以重点提出。《规划》核心是通过能源互联网实现高效车网协同，促进可再生能源消纳。同时结合可再生能源制氢，支持有条件地区开展燃料电池汽车商业化示范运行深化。

（3）充电基础设施高质量发展与政策支持

《规划》要求大力推动充换电网络建设，一是要加快充换电基础设施建设，科学布局充换电基础设施，加强与城乡建设规划、电网规划及物业管理、城市停车等的统筹协调，要明确主导建设模式，推进技术创新和升级；二是要提升充电基础设施服务水平，引导企业联合建立充电设施运营服务平台，实现互联互通、信息共享与统一结算，加强技术研发，提高充电设施安全性、一致性、可靠性，提升服务保障水平；三是鼓励商业模式创新，引导多方联合开展充电设施建设运营，支持居民区多车一桩、临近车位共享、停车充电一体化等合作模式发展。

2.1.3. 车辆端供给侧变革加速，车辆竞争力将显著改善

（1）政策加速破除车型供给和渠道覆盖不足短板

车辆供给侧的不足目前主要体现在两方面，第一个是车型的供给不足，第二个是渠道覆盖不足，两个短板在政策的推动下会很快地突破瓶颈。

行业研究显示，按照 2020 年公布的最新双积分政策，我国新能源汽车在总产量中的占比在 2022 年和 2025 年必须达到 10%和 20%才能基本满足双积分总体达标的要求，部分油耗较高的车企其新能源产量占比甚至必须达到 30%才能满足要求^[31]，这无疑将使得车企在 2021 和 2022 年期间要大幅提升电动车型供给和销售服务渠道覆盖才能满足政策要求，从而有效解决目前电动车型供给和销售服务渠道覆盖不足问题。

此外，《规划》要求自 2021 年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域的公共领域新增或更新公交、出租、物流配送等车辆中新能源汽车比例不低于 80%，随着我国“双碳”发展目标逐步细化落地，公共领域车辆电动化将在全国范围进一步提速，尤其是在排放占比高的物流和重卡领域也有望得到更多政策支持。目前，工信部也在《规划》出台后启动了公共领域全面电动化试点城市申报，将有力推动地方政府出台更多配套落地措施。这将进一步推动了商用车企业电动化步伐的加速。

在农村市场覆盖方面，随着 2020 年我国新能源汽车下乡活动取得了较好成效，考虑到农村消费市场巨大潜力，预计“十四五”期间我国有望在推动新能源汽车方面出台更多配套落地措施，引导整车企业和充电运营企业将更多车型资源、销售渠道以及配套充电设施布局到广大农村市场，扩大我国新能源汽车消费市场的深度和广度。

（2）新能源汽车竞争力快速提升

从经济性看，新能源汽车购置成本将越来越趋近燃油车，全周期成本的折现值相比燃油车的优势越来越大。随着动力电池成本的快速下降，以及双积分的政策性补助，到“十四五”末，新能源乘用车的购置成本将优于燃油车，公交车、轻型物流车将接近燃油车，中重型货运和专用车相比燃油车的价格差也将大幅降低，再综合考虑使用成本的优势，新能源汽车在经济性上将全面超过燃油车。

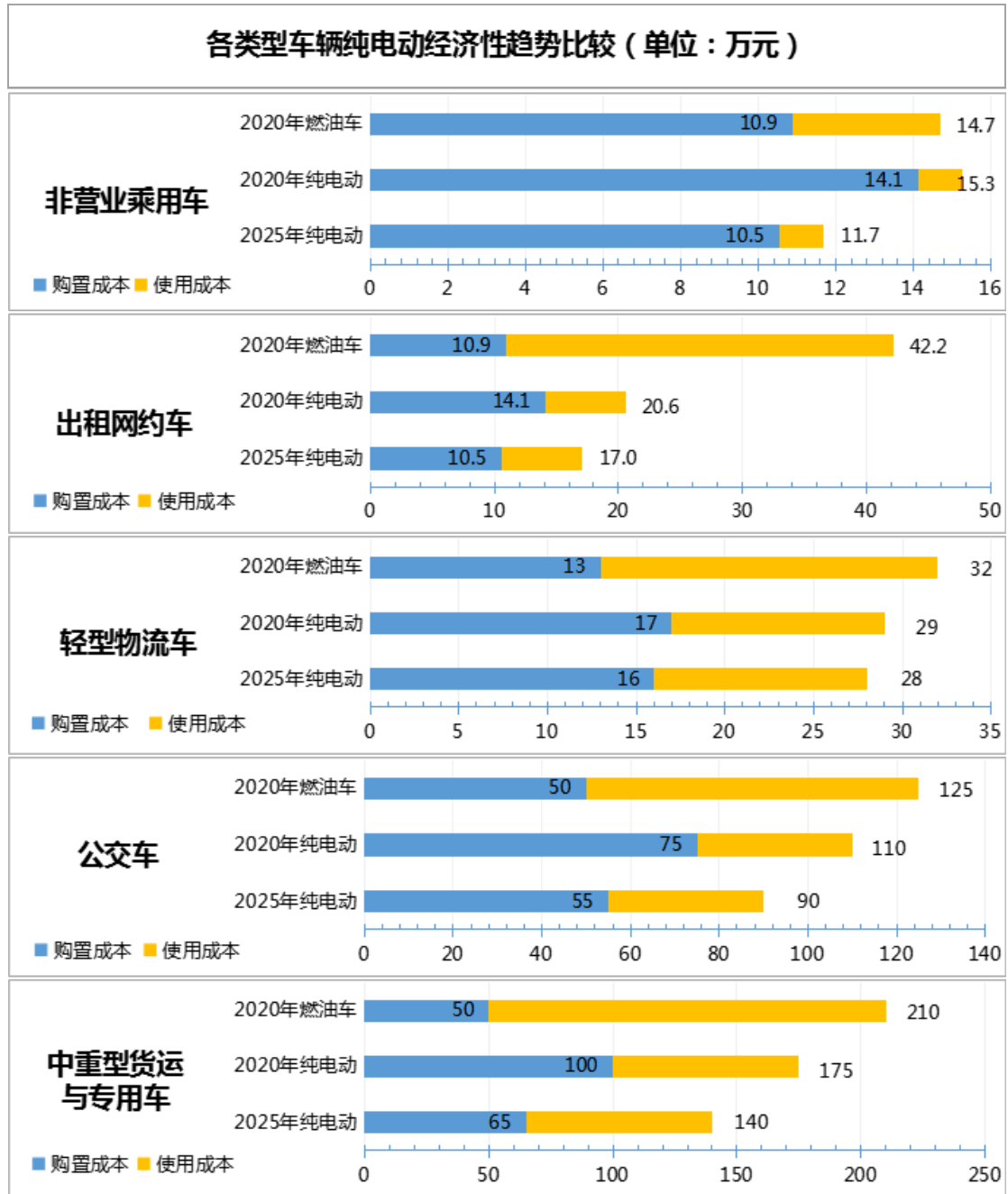


图2-1 各类型车辆经济性趋势比较

从便利性来看，到“十四五”末新能源汽车的使用便利性将大幅度提升。随着超级快充的逐步普及和公共充电站点的大范围覆盖，到“十四五”末，新上市车型单次充电时间将从1小时缩小到20分钟以内，再考虑公共充电站点的密集度要优于加油站，以及高速快充网络的进

一步完善，单次充电和长途出行的便利性将接近加油的体验。随着动力电池能量密度的提升、能耗水平的降低以及电池成本的下降，到“十四五”末主流新能源汽车的续航里程将接近燃油车的水平，新能源汽车的公共充电频次将接近燃油车加油的频次。叠加热泵空调等节能技术的成熟和应用，在寒冷季节的体验也将较大程度的提升。

新能源汽车安全性有望随着技术措施和监管措施的完善，在较大程度上取得显著改善。从技术措施来看，新能源汽车安全性可以通过加强预警技术和本质安全两个方面予以有效提升。根据国家新能源汽车监管平台的大数据分析，新能源汽车自燃事故中有 70%可以在事故前 10 天通过大数据实现预警，目前部分车企也通过大数据实现内部车辆安全预警，对部分存在安全隐患的车辆或电池及时进行召回处理，取得了较好的效果。此外，从电池本质安全角度，在电池材料、电池工艺以及系统安全防护角度目前从技术研发和产品设计等方面也有了相对明确的提升方向，如目前通过电池工艺改进已经可以使得安全性更好的磷酸铁锂实现较高续航满足需求，不少车企也提出了有效隔离单个电池单体热失控的具体技术解决方案，总体来看电池安全性通过技术可以在较大程度上得到解决。从监管措施来看，通过强化国家新能源汽车监管平台的大数据分析，加大充电设施政府监管平台的覆盖面，促进车辆和充电设施监管平台对接，建立安全隐患较大的新能源车型“黑名单”，加大对于安全隐患较大车型召回和处罚力

度，将有助于倒逼车企和电池企业强化安全主体责任。

（3）动力电池关键瓶颈有望加速突破推动新能源汽车竞争力大幅提升

动力电池技术持续提升，整车续航、快速充电能力、低温环境适应性和热安全问题都有望得到显著改善。2019年起，中国企业动力电池结构创新上厚积薄发，连续推出CTP、刀片电池、J2M等技术，超越大众的VDA、MEB电芯尺寸标准，引领了电池系统结构技术创新，系统比能量和体积存储效率都有明显提升。通过PTC加热、热泵空调、电机激励加热、废能综合利用、充电条件下的插枪保温等方案创新有效解决低温续航问题。从单体电池热失控与热设计，到电池模块的热蔓延和热管理，再到电池系统的智能管理与充电控制，我国的动力电池热失控管理和快充技术研发能力走在了世界前列^[32]。

由工业和信息化部委托、中国汽车工程学会组织编制的《节能与新能源汽车路线图2.0》^[23]对动力电池技术进展进行了研判。该路线图指出，到2025年，我国有望形成能量型、能量功率兼顾型和功率型三大技术方向，全面兼顾各类新能源汽车市场需求。

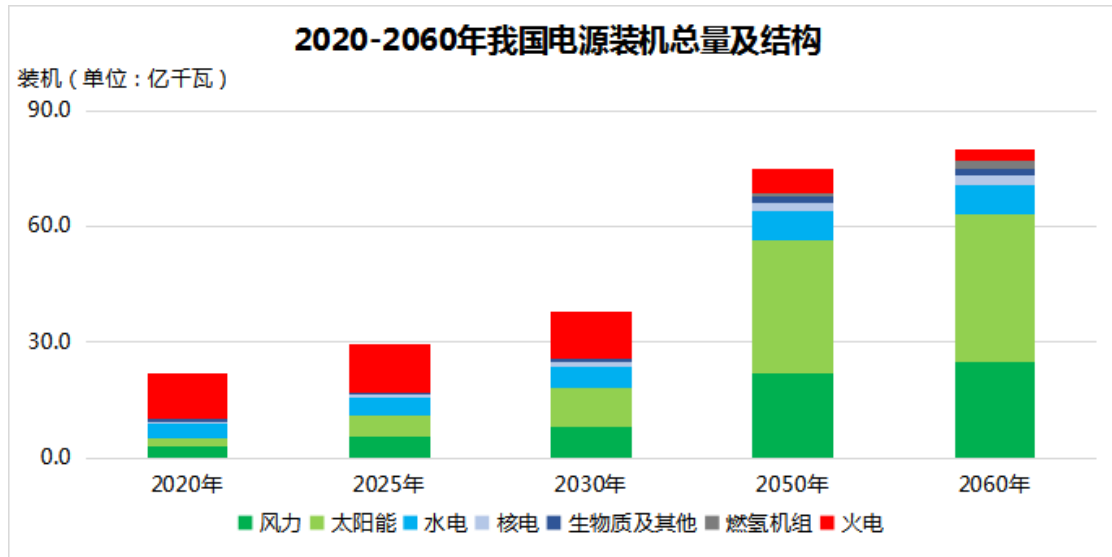
能量型的普及型动力电池成本将比现在进一步下降超过50%，单位成本低于0.35元/Wh，同时寿命提升至超过3000次/12年，比能量大于200Wh/kg，这不仅对于电动汽车经济性提升意义重大，而且还意味着大规模V2G应用也将具备电池技术的基础支撑。对于能量型的商用型电池

成本目标相比普及型提升 50%，寿命目标提升 100%，以更好适应高强度商用车应用场景^[23]。

规划还提出了快充型动力电池的目标，提出到 2025 年快充型动力电池的充电时间将<15 分钟，同时寿命保持在 3000 次以上水平，成本约为普及型的一倍，快充型动力电池技术的发展，将为大功率充电技术的推广应用提供支撑。

2.1.4. 发电端可再生能源占比快速提升

中国已成为可再生能源开发和投资领域的全球引领者。过去四年中，中国风电装机容量显著增长，从 2015 年的 1.3 亿千瓦增至 2019 年的 2.1 亿千瓦，同期，中国的光伏发电装机容量增加了近 4 倍，从 2015 年的 0.42 亿千瓦增长到 2019 年的 2.1 亿千瓦（CEC，2016 年，2020 年）。据全球能源互联网发展合作组织预测^[12]，到 2025 年，我国清洁能源装机占比将达到 57.5%，清洁能源发电量占比达到 41.9%，到 2030 年，清洁能源装机占比达到 67.5%，发电量占比达到 52.5%。

图2-2 2020-2060 年我国电源装机总量及结构^[12]

2.1.5. 充电设施发展面临三重“倒逼效应”

总体来看，充电设施“十四五”发展将面临三重倒逼效应，加快产业向高质量发展的转型步伐。

一是市场需求和民生诉求的倒逼效应。从新能源汽车本身的竞争力和产品来看，新能源汽车逐渐成为各类车辆用户最有竞争力的选择，成为人民对美好生活的向往之一，从“小众”走向“主流”将倒逼充电设施转型升级。

二是新技术突破带来的倒逼效应。随着电池在快充、寿命等关键技术指标取得突破的预期日趋明朗，3C及以上大功率快充技术的市场导入有望显著加快，V2G 的商业化进程也有望加速，目前国际上对这两项技术变革的推动力度显著加强，对我国充电与车网互动技术升级形成了倒逼效应。

三是宏观政策环境的倒逼效应。新基建、双循环新格

局、碳达峰和碳中和目标倒逼下，充电基础设施在中国整体经济发展的地位有望进一步提升，也是能够发挥中国制度优势的又一关键新兴领域，有望走出一条“个别地方先行突破+国家战略推动+快速全面部署”的中国特色发展道路，在新能源基础设施领域再次复制宽带中国和网络强国战略的成功经验。

2.2. 充电基础设施功能定位

2.2.1. 总体功能定位

在支撑新能源汽车规模化和低碳化目标的四个支柱中，充电基础设施与车网协同是其中两个重要支柱。提升充电保障能力，突破关键瓶颈制约，对实现新能源汽车的规模化发展至关重要。车网协同的规模商用则对于实现新能源汽车的低碳化发展至关重要。

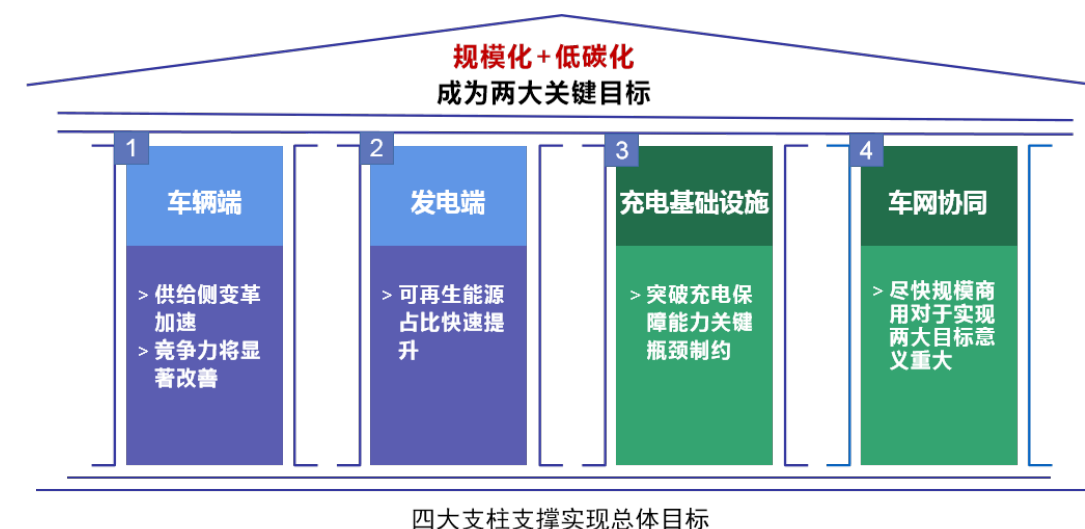


图2-3 四大支柱的突破支撑实现总体目标实现

2.2.2. 细分功能定位

(1) 充电基础设施分类

总体来看，充电基础设施根据其停放属性可以分为两类：

第一类是“停－充复合型”设施，兼具停放和充电功能。对应典型应用场景有：居民区充电；单位停车场充电（含景区、酒店等目的地）；公交、物流、货运场站的停车充电一体化设施。

第二类是“即充即走型”设施，有充电功能，无停放功能。对应典型应用场景有：城际高速和城市公共轻型车快速充电站；公交、物流、货运等领域快充和快换设施。

充电基础设施类型划分	
“停-充复合型”设施	“即充（换）即走型”设施
兼具停放和充电功能	有充电功能，无停放功能
典型应用场景： - 居民区充电； - 单位（含景区、酒店等目的地）充电； - 公交、客运、物流、货运场站的停车充电一体化设施	典型应用场景： - 城际高速和城市公共轻型车快速充电站； - 公交、客运、物流、货运等领域快充和快换设施
	

图2-4 充电基础设施分类

可以看出这两大类充电基础设施的功能定位有着较显著差异，在支撑新能源汽车产业发展中扮演不同的角色，需要分类施策，统筹推进。

(2) “停－充复合型”设施的特点与功能定位

“停－充复合型”设施的主要特点：

一是结合现有停车设施建设，不挤占停车需求。对于“一车一位”的固定车位，按照 1:1 的车桩比（车辆数/充电车位数量）配置；对于“多车共享”的流动车位，可按照 N:1 的车桩比（车辆数/充电车位数量）配置。

二是充电功率要求较低。结合各类车型的停车时长和使用特性设置，大部分领域可以采取慢充或中速充电。

三是车网协同潜力大。大部分居民区基本车位与建筑物配建车位目前均为“停-充复合型”设施，其规模最大，停放时长，易于和电网保持长时间在线连接，是未来车网协同的主力场景。

“停-充复合型”设施的功能定位：

一是满足“十四五”期间规模化市场用户需求的关键因素。“停-充复合型”设施是满足私家车、单位用车以及停放条件较好的商用车领域的最可靠便捷的车用能源补给方案，是新能源汽车补能体验超越燃油车的关键。

二是支撑未来车网协同规模应用的关键环节。“停-充复合型”设施作为未来能源互联网的终端将是汇聚海量分布式电动汽车储能资源的入口，是新能源汽车与电网融合的关键节点。

“停-充复合型”设施发展的关键要素：

一是要加快停车设施的电气化建设改造；

二是打造“停车充电一体化”智能共享解决方案；

三是引入车网协同体系，发挥新能源汽车充电灵活性和分布式储能的资源优势。

（3）“即充（换）即走型”设施的特点与功能定位

“即充（换）即走型”设施的主要特点：

一是不具备停车服务功能。“即充（换）即走型”设施本质上是与加油站停车位一样的“独立占地”设施，对应充电车位不再具备车辆停放功能，会挤占停车需求或需独立占地。

二是与加油站服务特性相近。“即充（换）即走型”与加油站服务特性相近，但与加油站相比，能量密度没有那么集中，消防安全要求可以适当降低，布局可以更加灵活分散。

三是大功率下充电站与加油站服务能力相当。同等面积的快充站并发数显著高于加油站，3C 快充下，车辆服务能力和里程服务能力与加油站相当。

“即充（换）即走型”设施的功能定位：

一是可以满足各类型车辆出行的快速充换电需求。既可以满足没有固定充电车位的私家车、单位用车、运营类乘用车以及商用车等的日常快速补能的需求，也可以满足有固定充电车位车辆的临时补能需求。

二是随着快充能力的提升覆盖范围也将逐年提升。可以覆盖超过 30% 的无固定停车位乘用车用户，随着技术的提升可以逐步覆盖大部分物流车和货运车辆，从低强度短距离车辆逐步覆盖到高强度长距离车辆。

三是高速公路存在刚性补能需求。高速路段设置“即充（换）即走型”充电设施，满足长途出行和长途运

输的快速充换电需求，提高电动汽车的活动范围和适用领域。

“即充（换）即走型”发展的关键要素：

- 一是提升快充的充电速度；
- 二是保障建设用地或停车资源；
- 三是保障大功率用电需求。

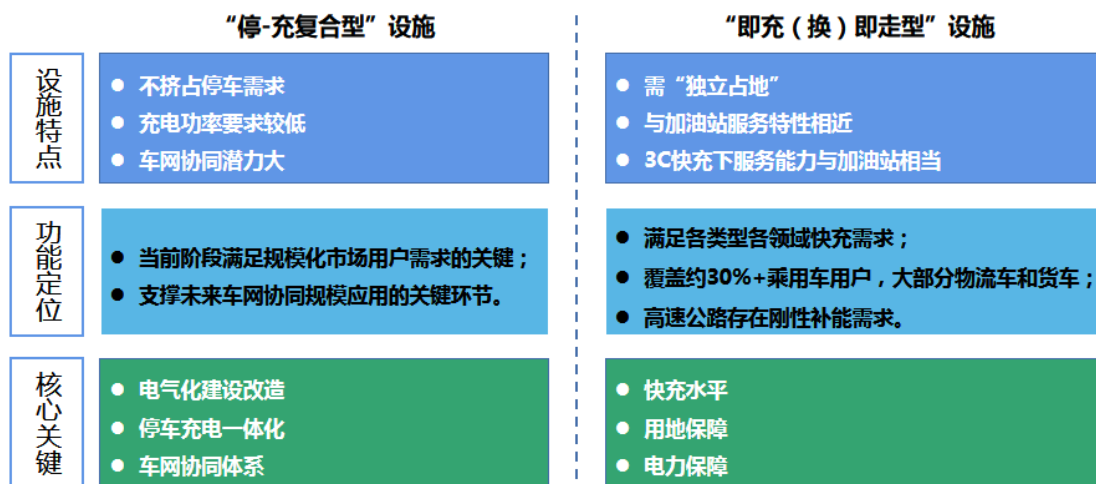


图2-5 分类充电技术设施特点与功能定位

2.3. 充电基础设施发展趋势

2.3.1. “即充（换）即走型”设施补能快速化

“即充（换）即走型”设施的补能快速化一方面将大幅提升用户体验，另一方面则会显著提高产业链各方的生产运营效益，具体表现在：

一是在用户方面，快充体验接近加油，用户接受度大幅提升；

二是在重型货运方面，电动化变为可行，减排带来经济效益增大；

三是在车企方面，成为核心新卖点，是提升竞争力的关键；

四是在运营商方面，将大幅提升“翻台率”和投入产出比；

五是在政府方面，政策将向大幅降低“占地”需求方向倾斜；

六是在电网企业，实现快充站集中接入和管理将成为下一步工作目标。

因此，作为满足产业链各方需求，能够大幅提升全行业效率水平和用户体验的技术变革，需要进一步推动“即充（换）即走型”设施的补能快速化，加快升级换代。

（1）大功率快充技术已经在技术实践、技术规划以及快充标准方面有了较大的进展

一是在技术实践方面，多家车企的成功实践成为大功率快充发展的内在驱动力。例如 Tesla 250kW V3 3C 快充^[33]、保时捷 800V 350kW^[34]以及华为 750V 200kW FC 1 快充方案已在北汽量产车型搭载^[35]。

二是在技术规划方面，3C 快充已纳入众多车企新平台规划。例如：德系车企高端平台如大众 PPE 800V 350kW，现代 E-GMP 800V 快充，比亚迪 E 平台 3.0 800V 闪充都已经有了明确规划，未来 2-3 年就会进入市场。华为提出了 2023 年推出 1000V 400kW、2025 年推出 1000V 600kW 的目标。另外，2021 年 4 月份百人会举办的快充论坛上宁德时代专家表示已有 4~6C 倍率快充技术是可行的

并已有储备，中航锂电也表示 2021 年将推出 4C 快充电池产品。

三是在快充标准方面，大功率快充标准已经基本就绪。目前欧洲已经实现基于 CCS 标准的 800V 350kW 快充，且中日合作的大功率充电标准已经基本就绪，将于 2021 年征求意见。

（2）3C 快充模式下，同等面积轻型车快充站服务能力和体验将超越加油站

目前典型城市中型加油站一般占地为 2500 平方米^[24]，其中油罐区和营业区约 520 平，配 4 通道 8 加注位，年加油量 4000 吨，每小时最大服务能力 120 辆车/小时，每小时车辆行驶里程最大补给能力 6 万公里。相比同等占地面积 2500 平米充电站，考虑配电和营业占地 760 平，可配置 50 个快充车位，并发数是加油站约 6 倍。分析显示，2C 充电倍率下，充电站车辆服务能力能达到加油站的 80%，里程服务能力能达到加油站的 64%；3C 充电倍率时，充电站车辆服务能力是加油站的 1.2 倍，里程服务能力与加油站相当，日均利用小时达 2 小时可与加油站日均服务量相当。

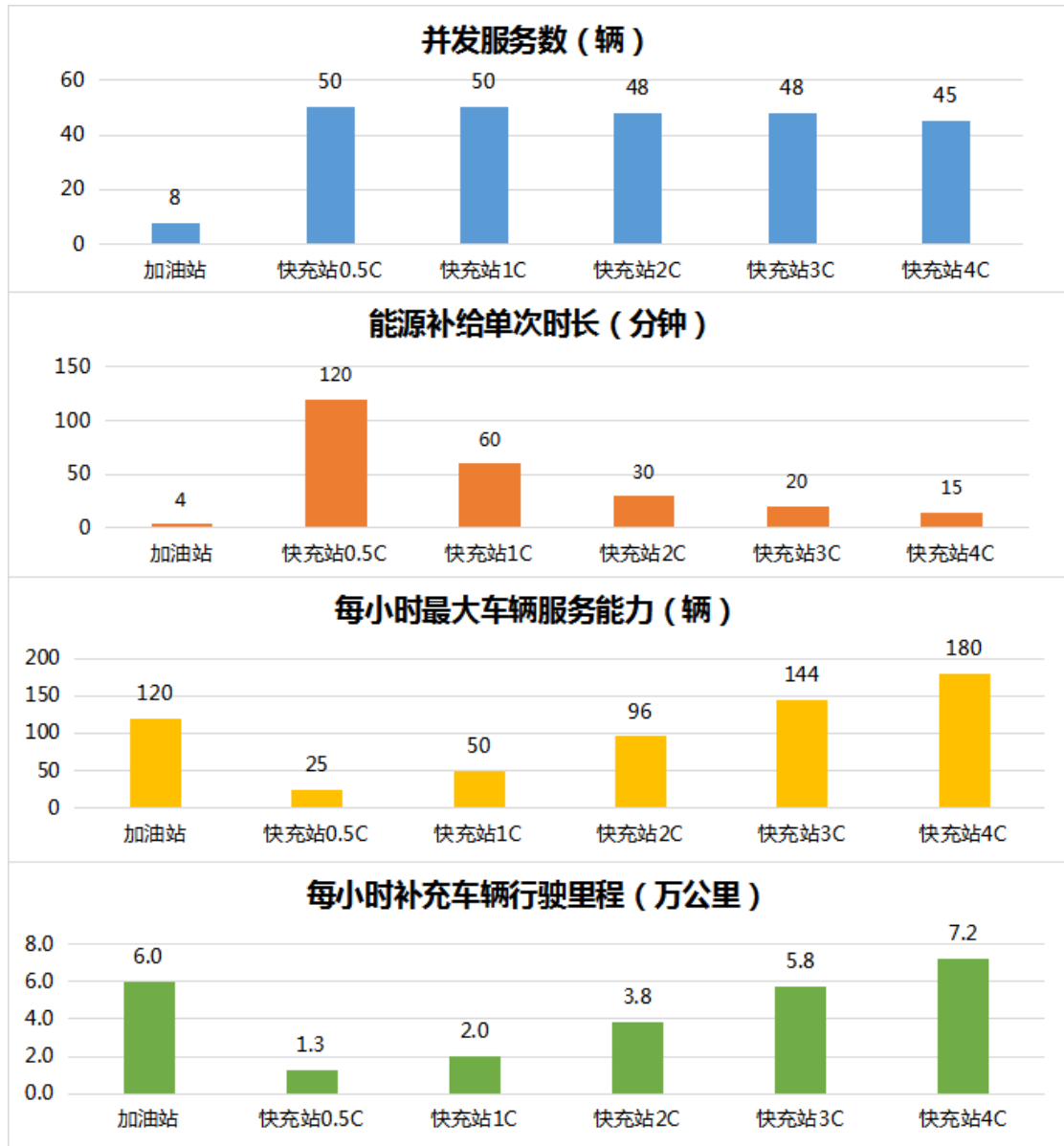


图2-6 加油站与充电站服务能力比较

(3) 3C 快充模式下，中重型货运有望复制出租网约车领域电动化成功路径

在出租网约车领域，据测算，出租车每天仅需充电 1 小时，即可赚取 70 元/天的油电差价（含电池折旧），单日的大额油电差价使得出租车司机有极大意愿地更换为电动汽车，成为出租车快速电动化的重要原因。根据滴滴公布的数据显示，出租车司机出车 1 小时收入约 50 元，因

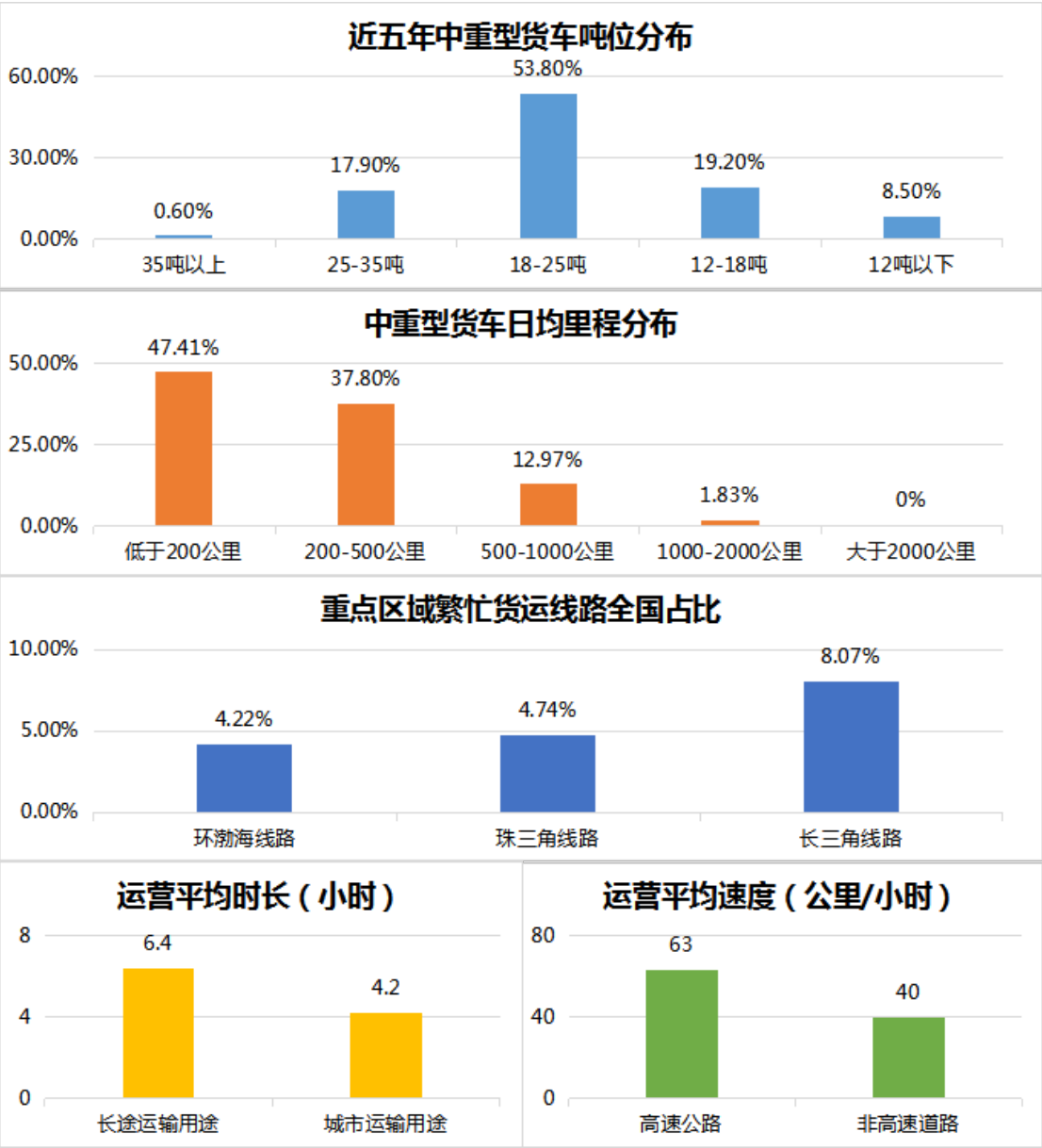
此，虽然目前在二三线城市公共充电设施还不是很完备，但出租网约车却也达到了 46%和 34%的高渗透率。

在 3C 快充模式下，中重型货运领域可以复制出租和网约车领域电动化的成功路径，在技术经济等条件都满足后实现快速电动化。

首先从运行特征看，中重型货运的电动化转型路线是切实可行的。从车型结构来看，中重型货车的平均吨位约为 17 吨，31 吨及以下车占 80%左右。另外根据《2019 中国公路货运大数据报告》^[38]统计显示，日均 500 公里以下的中重型货车占比达到 47%，平均时速在 43 公里/小时，平均日运营时长 5.8 小时，由此可以看出，在当前的技术条件下，续航 300 公里，平均日充电 1 到 2 次，充电时间 1 至 2 小时，可以满足大部分的中重型货运的使用需求。从货运集中度来看，高速货运重点区域环渤海、珠三角、长三角 3 条线路占比达到 17%，可以优先在重点区域的重点城市和重点线路进行试点示范，然后从点到面进行全国范围的推广。

从油电的经济性对比来看，当实现 3C 快充后，以 31 吨货车日行驶 200 公里为例，每天充电 15 分钟，油电差价收益约 104 元，运营期间基本无需充电；如果日行驶 400 公里，每天充电 30 分钟，每天油电差价收益约 208 元，运行途中只需充电 15 分钟，与 4 小时休息 20 分钟要求可以较好匹配，对运营扰动有限。因此，在 3C 快充下，中重型货运有望复制出租网约车领域电动化成功路径，

实现快速电动化。



数据来源：公安部交通管理局、中国公路货运大数据报告。

图2-7 中重型货运特征分析

（4）大功率快充技术发展趋势研判

总体来看，大功率快充的发展将为新能源汽车产业带来巨大驱动力，其趋势研判如下：

——2023 年左右，3C 及以上超级快充进入中高端市场，2C 级别快充开始进入大众市场；

——到 2025 年，3C 及以上快充进入主流市场，新建充电桩大部分具备 3C 及以上充电能力；

——2025-2030 年期间，大功率快充进入加速推广阶段，基本完成快充网络升级和基本覆盖；

——2030-2035 年期间，实现 3C 及以上超级快充在车辆端和充电设施端的全面普及。

（5）快换技术在重卡等应用场景已得到初步检验

快换作为纯电动汽车的补电的解决方案之一，其方便、快捷、灵活的特点解决了以往用户充电难的顾虑。其主要适用领域的特点有：

一是重载荷和载荷敏感的应用场景，换电技术可降低车辆对电池装机的需求；

二是单次行驶里程较短且活动路径或距离较固定，由于换电站建造成本较高，固定的活动范围将便于换电站的布置；

三是车辆运营强度高，普通充电难以满足车辆的使用要求，并且换电站成本可以通过油电差价快速回收的应用场景适用，代表场景有矿山自卸车、港口集卡等领域。

目前，换电技术的可行性已在重卡领域得到初步检验。矿山和码头等货运场景的重卡效益初步显现，快速的换电技术不仅释放了巨大油电差价，提高总体经济性和运营效益，且增加了使用体验感，避免了充电带来的等待时间。

（6）快换技术发展趋势研判

总体来看，换电的发展趋势主要表现在两个方面：

一是在轻型车领域，随着快充技术显著提升，快换技术的优势将有所削弱。

二是在重卡领域，快充当前较难满足需求，快换对重卡电动化突破仍具有重要意义，近中期发展有望加速，中长期有望形成快充和快换并存格局，快充占比逐步提升。

2.3.2. “停－充复合型”设施普及化与智能化

停车与充电一体化的大力普及与智能化给电动汽车的使用以及产业链各个环节带来了极大便利。主要表现在：

一是在用户方面，停车与充电一体化以及居民电价的优惠将带来便捷的使用体验和使用环节的经济性，可以大幅提升居民接受度。

二是在客/货运方面，定制化的充电服务使得充电可调可控，巨大的油电差价吸引运营方进行电动化转型。

三是在物业/运营商方面，固定车位停车充电一体化将推动共享电力资源和错峰充电，有效降低小区电力改造成本；公共车位停车充电一体化将提升车位和充电桩利用效率。

四是在政府和电网方面，停车与充电一体化将进一步协调工作，减少充电占用土地和油车占位冲突，提高电力资源利用率。

因此，需要进一步推动“停－充复合型”设施，提高

覆盖率。

（1）“停－充复合型”设施作为居民充电的配套设施，目前在实际应用中有较大进展

相应地区纷纷出台政策措施，加大推进力度。

一是对于固定车位，北京将电源接入点提前布置纳入“三零三省”服务范围，且纳入老旧小区改造支持；合肥和成都提出2025年实现“应装尽装”的目标。

二是对于公共车位，上海和天津给予示范小区公共车位充电支持，纳入民心工程等惠民政策范围；成都市推动小区公共车位统建统管。根据上海2020年公布的数据来看，小区公共桩的利用率为2.82%，比公用桩的利用率高45%左右。

（2）“停－充复合型”设施在技术以及商业方面存在可行性，逐一突破难点是发展的核心关键

对于固定车位的“停－充复合型”设施的关键在于电气接入改造，具体表现在电源接入点统一规划和建设以及突破电力容量约束。下一步核心是推动电力统一改造和智能有序模式应用。对于公共车位“停－充复合型”设施建设的关键在于功能升级以及协调管理，具体表现在实现充电车位预约与停车管控等功能，以及同时满足业主和停车管理单位达成一致。下一步核心是解决在车辆规模不足时协调成本高等挑战。

（3）“停－充复合型”设施趋势研判

基于以上情景分析，“停－充复合型”设施未来发展

趋势主要表现在普及化与智能化。

一是在固定车位方面，由于电力容量的倒逼和互动效益的驱动，“停-充复合型”设施将从无序、零散建设模式走向表前电网统一改造、表后统一智能有序运营。

二是在公共车位方面，由于车位资源、电力容量和经营效益倒逼，“停-充复合型”设施将从随机低效模式走向停车充电一体化智能调配新模式。

2.3.3. 车网协同试点突破与规模商用化

车网互动试点的突破与规模商业化将为交通领域低碳化以及缓解电网压力起到关键作用。具体表现在：

一是在用户方面，获取电力交易的额外收益使得原本的电池生命周期价值增加数万元。

二是在车企方面，成功示范应用为企业带来核心新卖点，未来将成为竞争力的关键。

三是在政府和电网方面，提升电网充电设施接入能力，降低电动化转型成本成为下一步的工作重点，致力于为电力系统提供海量低成本储能资源，实现交通领域整体“净负碳排放”，成为消纳可再生能源替代煤电实现“碳中和”的关键支撑。

因此，积极鼓励试点示范，早日实现车网互动规模商用，以缓解交通电动化带来的电网压力，助力电网提升清洁能源消纳能力。

（1）车网协同在应用实践方面已有进展

车网协同作为缓解电网压力，消纳清洁能源的重要方法，目前在应用实践方面已有进展。其实践可行性主要表现在：

一是充电场站和新能源车具有独特负荷灵活性优势。在车辆端方面，公共充电 10%~30%SOC，固定车位 10%~80%SOC，时间可调节能力强。在场站端方面，大功率场站可调节空间和时段较大，峰谷电价效果已很明显。

二是新能源汽车规模占比最大的私家车领域整体电池低效利用现象突出。一般情况下，私家车的行驶总里程仅占 10%电池循环寿命（3000 次循环），且日行驶仅需 15%左右电池容量（500 公里续航）。

三是 V2G 技术可行性已得到充分验证，加州近期力度有所加大。目前加州 2017 年的试点已经验证了 V2G 参与加州调频服务的技术可行性^[37]。且加州 CPUC 2020 年底决议，要求改革电网接入和电价机制，开展 VGI 试点和应用。国内方面，长城汽车和国网电动汽车开展的 V2G 示范提供了 1500 次 V2G 循环质保^[36]。

（2）车网协同在技术方面的提升推动进一步发展

随着车企以及电网等单位对车网协同的重视，技术方面的提升将进一步推动其发展。主要体现在：

——**长寿命电池有望就绪**。电池快充倍率提升与寿命提升具有较强正相关性，出租和重卡应用需求叠加快充推广，有望加速长寿命电池规模应用。特斯拉、宁德时代、比亚迪等龙头都提出了长寿命电池未来 3 年内量产的

计划。

——**电网基础设施升级改造机制有望逐步完善。**随着小区和单位电气化改造以及智能有序充电模式推广等机制逐步完善，将为下一步 V2G 的电网改造升级提供了较好基础。

——**电力现货、绿电交易与辅助服务机制有望在“双碳”目标带动下取得突破。**我国对于储能参与电力市场交易机制近期力度显著加大，预计未来 5 年 V2G 示范和交易试点取得突破的可能性较高。

（3）车网协同的趋势研判

总体来看，车网协同的发展趋势主要有三个方面：

一是“电网友好型”智能充电场站有望率先应用。其技术和商业化条件最为成熟，解决大功率场站接入和参与市场交易存在现实需求，有望加快发展。

二是“小区和单位智能有序充电”仍需加快完善技术和模式，在“十四五”中后期有望具备推广条件。目前智能有序充电存在交流模式下车桩通信的瓶颈，需一定技术优化和标准推广时间，规模应用模式也有待探索，预计“十四五”前半段仍以示范和标准化为主。

三是 V2G “十四五”仍需重点完成技术研发测试和标准化工作，商用化推广预计在“十五五”期间实现。目前 V2G 仍需完成需求场景和技术方案的定义、测试试验与标准化、商用试点示范工作才能实现商业化推广。从工作复杂度、难度和影响来看，准备期需要 5 年左右。

第三章 充电基础设施发展情景建模与影响评估

3.1. “十四五”与中长期充电基础设施预测模型介绍

3.1.1. 充电基础设施预测模型总体结构

为研究充电基础设施对新能源汽车的影响，针对当前新能源汽车区域发展不平衡和领域发展不平衡的特点，项目组构建了 4 个区域、12 个细分市场和 2 类新能源汽车、3 种政策场景的立体预测框架。

——**区域方面**，根据经济实力、政策体系、新能源汽车市场发展的不同，分为限购城市、新一线城市、二线城市、三线及以下城市等 4 个区域；

——**细分市场方面**，根据车辆类型、运行特征、停车和充电条件的不同分为公交、轻型客车、大中型客车、3.5 吨以下轻型物流、3.5 吨以上物流、短途货运、长途货运、出租网约车、固定车位单位用车、非固定车位单位用车、固定车位私人乘用车、非固定车位私人乘用车等 12 个细分市场，根据新能源汽车的不同动力性质又分成纯电动汽车（EV）和插电式混合动力汽车（PHEV）两种类型；

——**场景设定方面**，根据“即充（换）即走型”设施、“停－充复合型”型设施的不同的发展趋势，分为 BAU 场景（Business As Usual 情景照常）、目标场景、加速变革场景三个不同的发展速度进行对比分析，用来量化分析

充电基础设施对新能源汽车发展的影响。

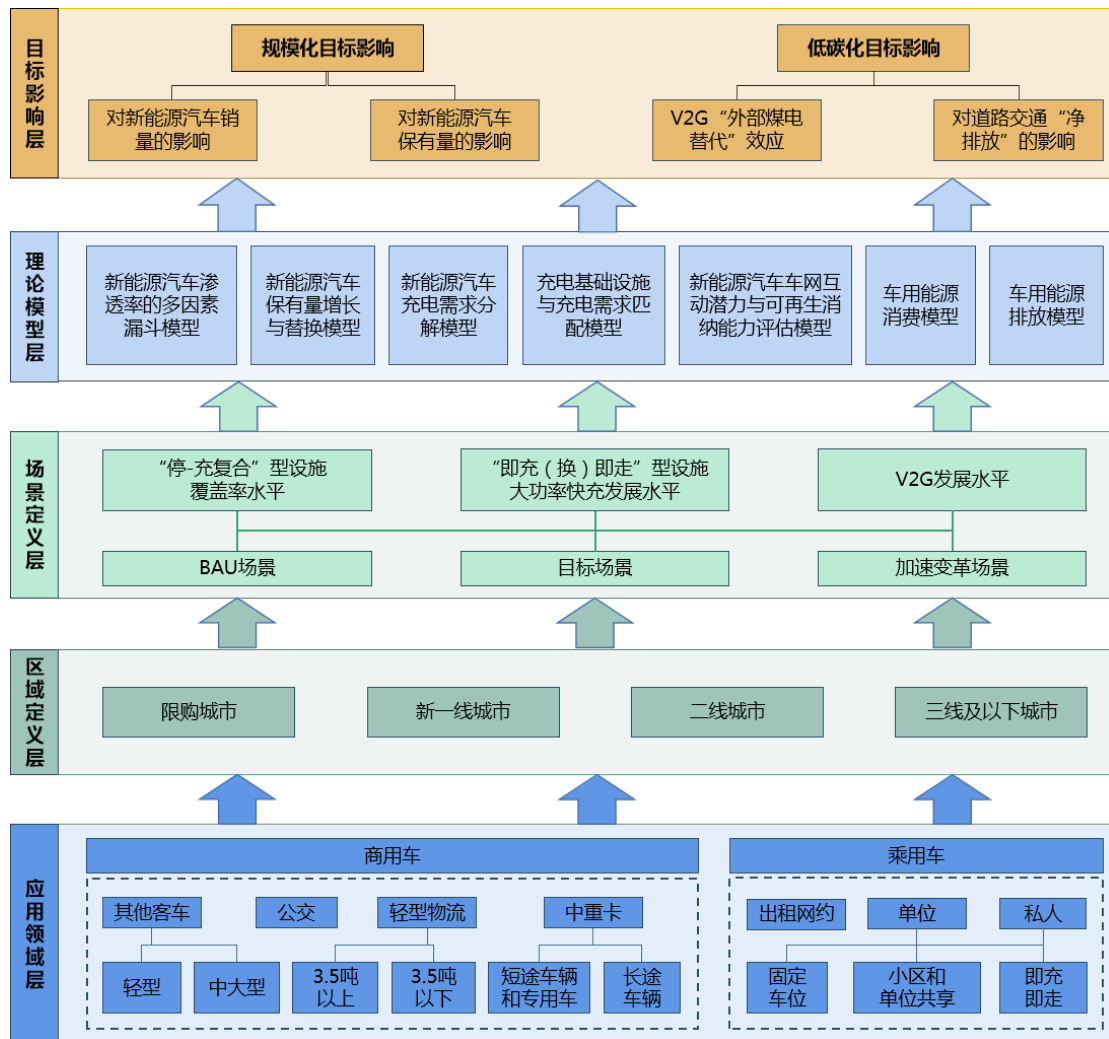


图3-1 充电基础设施对新能源汽车产业影响的情景建模总体框架

在模型的基础架构上，项目组构建了 7 个理论分析模型，分别是新能源汽车渗透率的多因素漏斗模型、新能源汽车保有量增长与替换模型、新能源汽车充电需求分解模型、新能源汽车充电需求分解模型、充电基础设施与充电需求匹配模型、新能源汽车车网互动潜力与可再生能源消纳能力评估模型、车用能源消费模型与车用能源消费模型。从自下而上的行业角度，针对 3C 大功率快充、社区和单位有效覆盖以及车网协同等关键技术和政策措施的不同

导入力度进行了分情景建模，量化评估不同充电设施和车网互动发展水平对于新能源汽车产业规模化和低碳化目标的影响，从而为政府评估各项政策举措的价值和影响提供定量方法支撑。

3.1.2. 各子模块分析模型

(1) 新能源汽车渗透率的多因素漏斗模型

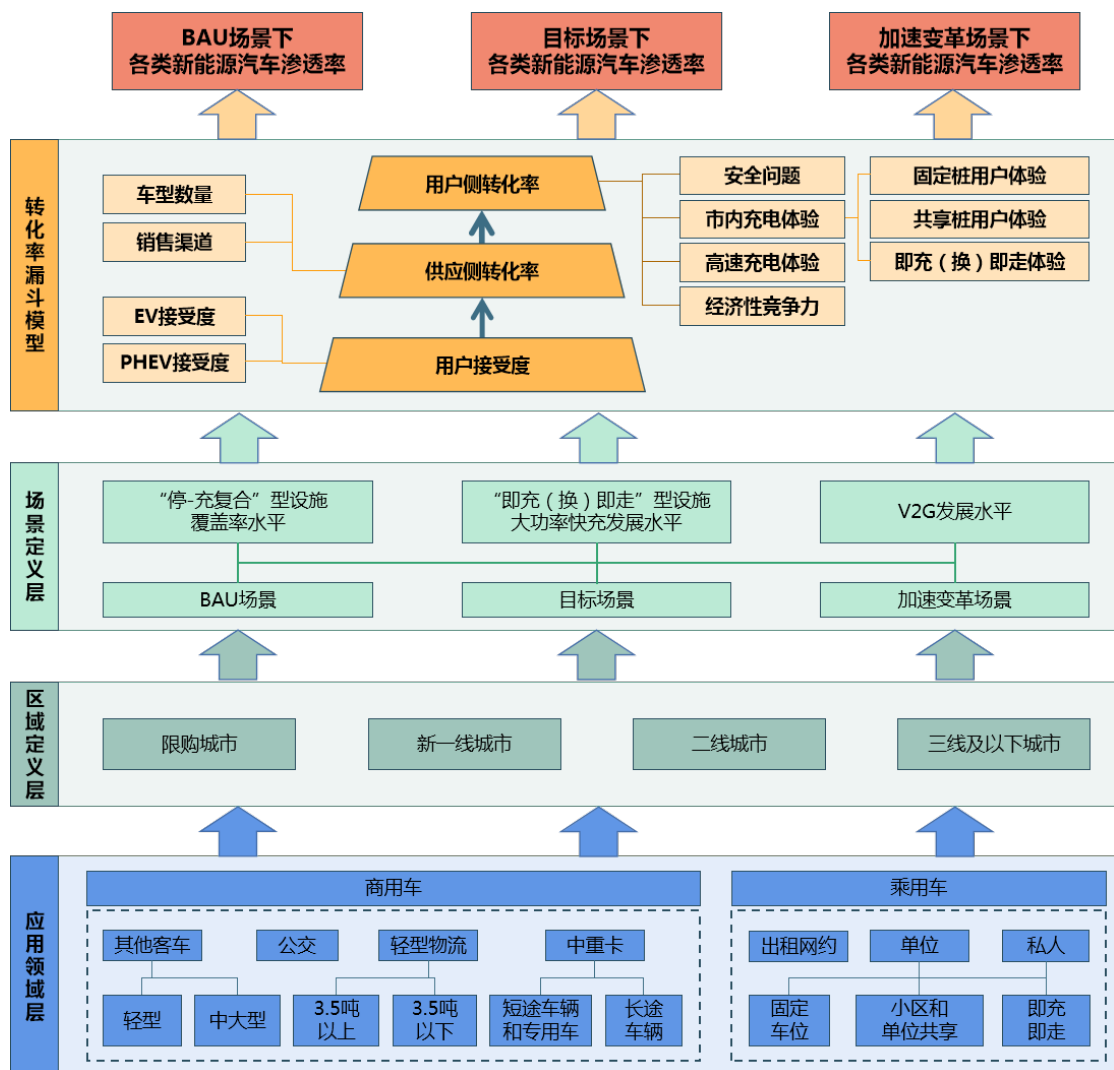


图3-2 新能源汽车渗透率的多因素漏斗模型流程图

课题组深入分析影响用户购买行为的各种因素，引入消费者购买漏斗模型，从用户接受度、车辆端供给度的满

意度、经济性、便利性和安全性的满意度等多个关键因素环节入手，对 4 个不同区域、12 个细分市场在 3 种政策场景下“十四五”和中长期的 EV 和 PHEV 的渗透率进行量化分析。同时通过对漏斗模型的各个环节进行拆解和量化，有效定位到影响不同区域不同市场的新能源汽车渗透率的关键环节，提出针对性的政策建议和影响力分析。

（2）新能源汽车保有量增长与替换模型

基于人口数量和乘用车千人保有量、GDP 和单位 GDP 商用车拥有量，预测全国各类汽车总保有量的情况，再结合各类汽车的报废曲线，预测未来各类汽车的年度销量情况。然后根据新能源汽车渗透率漏斗模型预测的各类汽车新能源车的渗透率，构建一个各类汽车不同动力类型车辆的年度销量、报废量、保有量的预测模型。

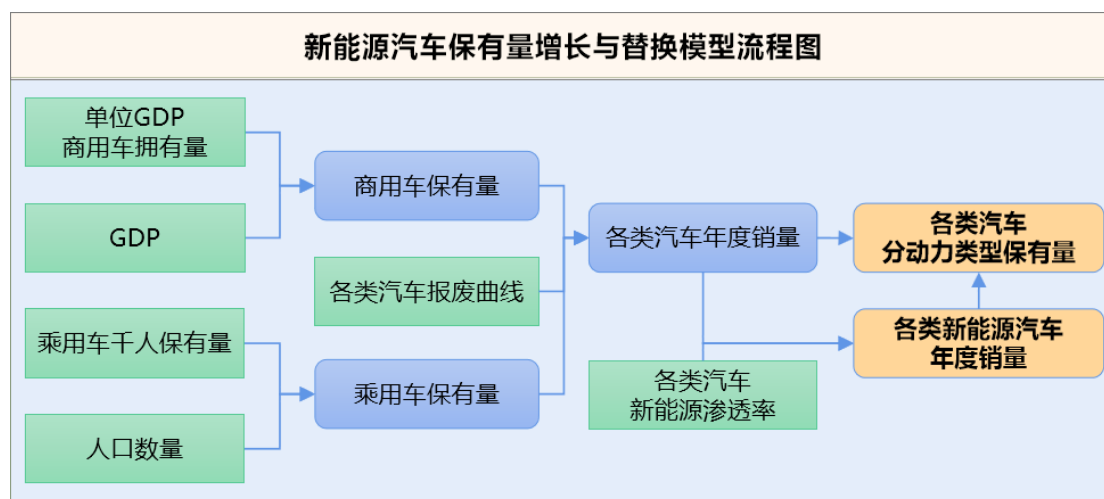


图3-3 新能源汽车保有量增长与替换模型流程图

（3）新能源汽车充电需求分解模型

根据车辆的不同充电场景，测算出各类新能源汽车中“即充（换）即走型”和“停－充复合型”车辆的保有

量。根据各类车辆的年平均耗电量和综合耗电量的变化趋势，分 EV 和 PHEV 两类测算出各类新能源汽车年度耗电量，再根据各类型的车辆数量，即可测算出“即充（换）即走型”和“停－充复合型”的充电需求。

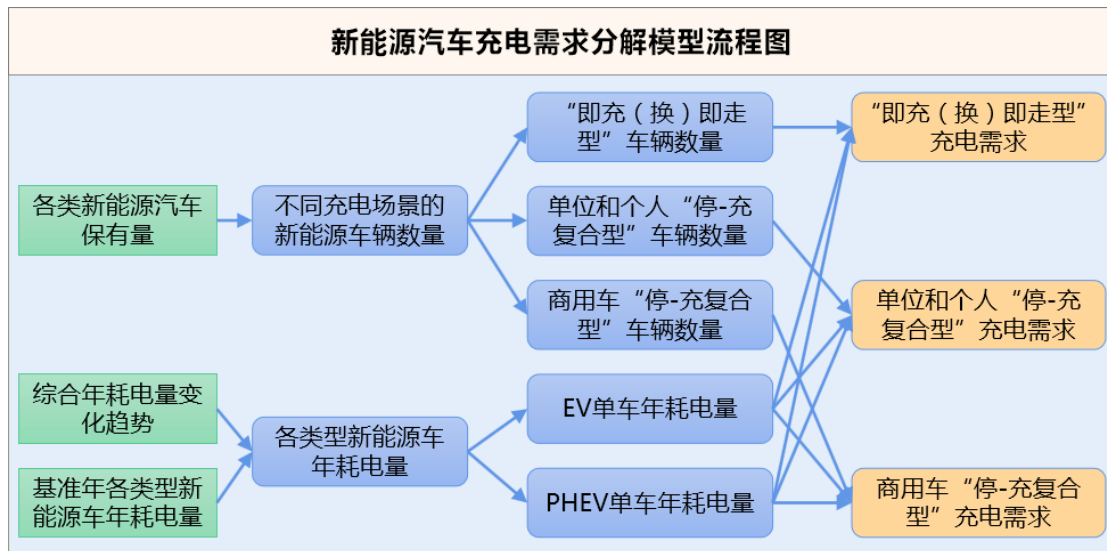


图3-4 新能源汽车充电需求分解模型流程图

（4）充电基础设施与充电需求匹配模型

对于“即充（换）即走型”充电设施，根据充电需求、最大负荷利用小时数可测算出“即充（换）即走型”充电设施的装机功率，再根据单桩功率和大功率快充（3C）的占比，测算出“即充（换）即走型”充电设施的数量。

对于“停－充复合型”充电设施，充电设施的数量主要取决于一个桩能定点服务多少辆车，也就是停充一体化管理的智能化水平，智能化程度高，单桩服务车辆数就高，充电设施的数量相应就可以减少，我们用共享桩用户的车桩比来衡量单桩服务车辆能力，“停－充复合型”充

电设施的数量、装机功率也就能测算出来。

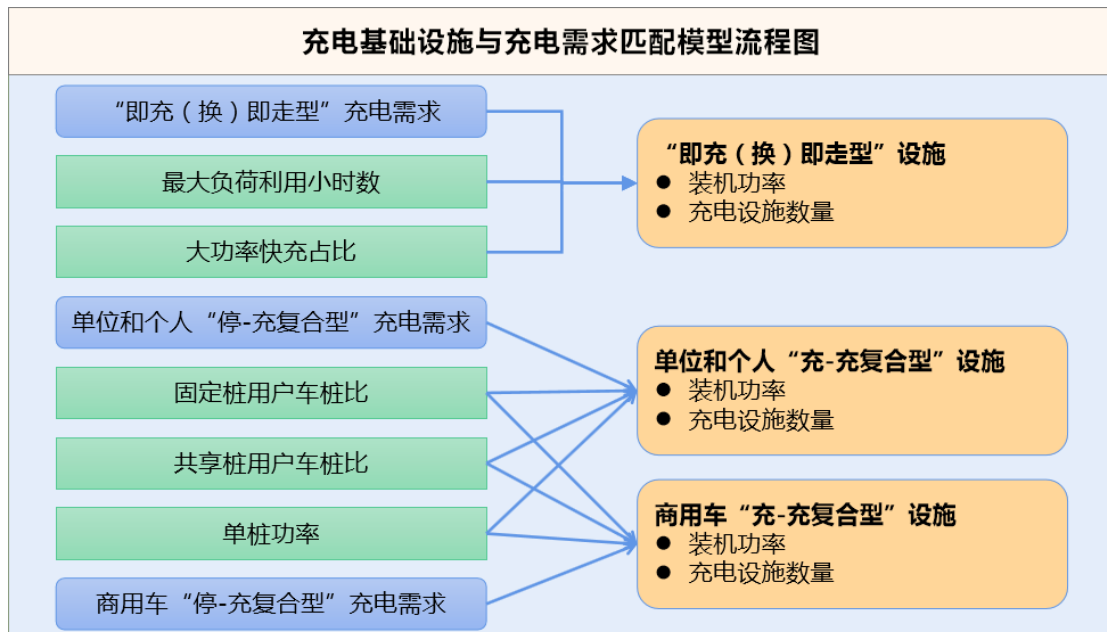


图3-5 充电基础设施与充电需求匹配模型流程图

（5）新能源汽车车网互动潜力与可再生能源消纳能力评估模型

新能源运营类车辆运行时间较长，电池容量的利用率较高，用来参与 V2G 的电池裕度和时间均有限，本次模型不考虑运营类车辆参与 V2G 的应用。而单位和个人乘用车每日运行时间比较短，停放时间长、停放位置比较固定，车辆基数大，最适合参与 V2G 的应用。根据不同场景下 V2G 的推广进度，可以测算出单位和个人新能源乘用车中 V2G 车辆的销量和保有量，再设定 V2G 车辆实际参与 V2G 应用的比例、每年参与的次数、单次充放电电量，即可测算出 V2G 车辆参与车网互动的潜力和消纳可再生能源的能力。

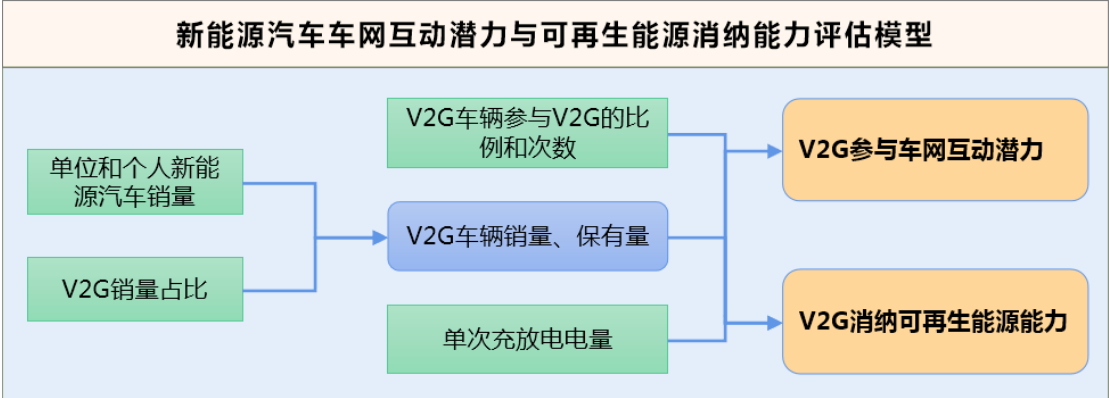


图3-6 新能源汽车车网互动潜力与可再生能源消纳能力评估模型流程图

（6）车用能源消费模型

根据新能源汽车国家大数据联盟发布的大数据报告^[40]、货运大数据报告^[38]、各种公开资料对车辆综合能耗的评估，再结合最近5年的车用能源消费总量，拟合出各类汽车分动力类型的单车年能源消费量，再根据各类汽车分动力类型的保有量，即可测算出各类车用能源消费总量。

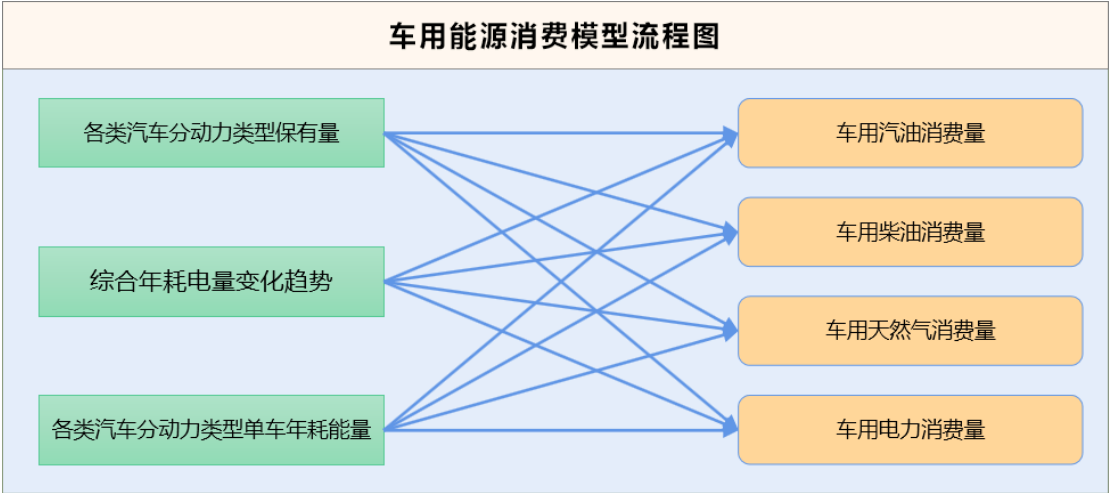


图3-7 车用能源消费模型流程图

（7）车用能源排放模型

根据车用汽油、柴油、天然气的消费量和各类能源排

放系数，测算出车用汽油、柴油、天然气的排放总量。

关于车用电力的排放量，可分为无序和有序两种情况。在无序模式下，电力排放系数采用大电网的排放系数，乘以电力消费总量，就是无序模式下的车用电力排放总量；在有序模式下，设定一个各类型车辆使用绿电的比例，测算出使用绿电和煤电（包括天然气等）的总量，乘以相应的各类能源电力排放系数，就是有序模式下车用电力排放总量。

根据 V2G 参与车网互动替代外部煤电的电力和各种能源电力的排放系数，测算出 V2G 参与车网互动替代外部煤电的减排总量，在结合车用汽油、柴油、天然气、有序模式下的车用电力排放总量，就是考虑 V2G “外部煤电替代效应” 后的道路交通领域的 “净排放”。

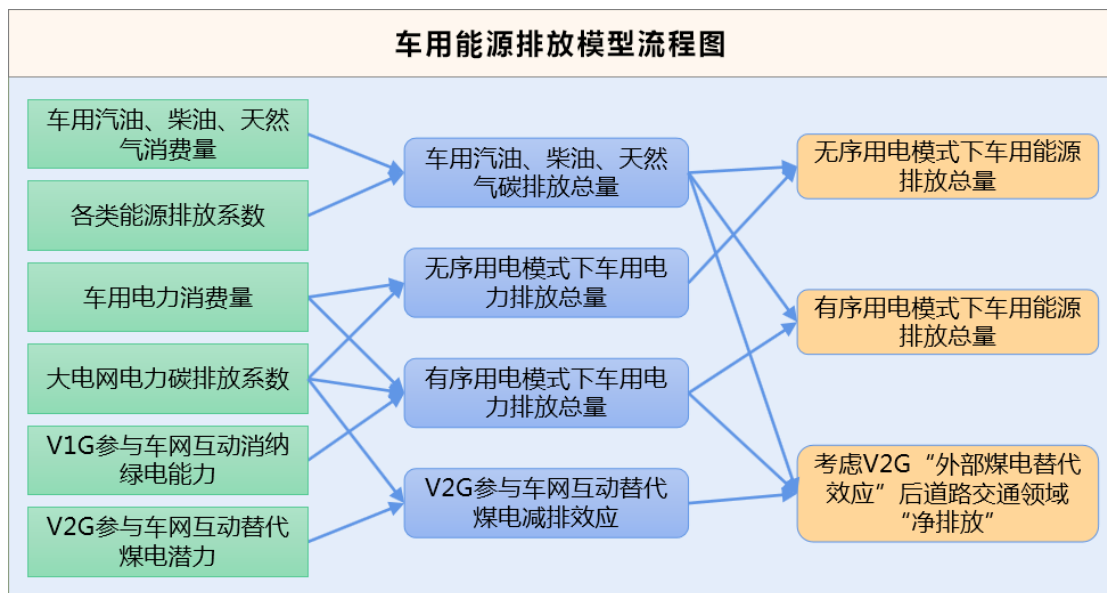


图3-8 车用能源排放模型流程图

3.2. 场景定义与边界条件设定

3.2.1. 三个场景的定义

按照相对统一的车辆供给侧和外部政策环境边界条件，重点围绕充电设施未来三大重点趋势的推进程度不同，项目组设定了 BAU、目标和加速变革等三个场景，以有效评估充电基础设施不同的发展水平对新能源汽车规模化和低碳化目标的影响。

——**BAU 场景**是假设在当前政策环境和充电技术条件下充电设施预期发展水平，重点模拟现有充电设施技术和配套条件下的市场影响。

——**目标场景**是通过政府和电网企业的配合和合作，通过充电技术的创新与发展，让新能源汽车产业能实现《规划》制定的 2025 年及中长期发展目标。

——**加速变革场景**是在行政与企业双重作用下促使充电基础设施行业加速变革，在目标场景的基础上，居民区配建力度进一步加大，公共充电保障力度进一步加强，大功率快充和 V2G 等技术创新进一步加速。

3.2.2. 三个场景的外部公共边界条件设定

（1）车辆发展的边界条件

车辆保有量的预测分为乘用车和商用车两类，其中乘用车的保有量通过人口数量和乘用车千人保有量得到，商用车保有量通过实际 GDP 和单位 GDP 商用车数量得到。人口数量基于国家统计局^[4]公布的列年人口总数和联合国经济和社会事务部 2019 年发布的《世界人口展望》^[41]的

发展趋势预测；乘用车千人保有量增长趋势逐步放缓，到 2035 年乘用车千人保有量达到 300 辆；实际 GDP 基于 2015 年的实际 GDP、实际 GDP 的增速以及经合组织预测^[42]的我国 GDP 的增长速度而得到；商用车中中重型货车单位 GDP 对应车辆数量逐步下降，轻型货运车单位 GDP 对应车辆数 2025 年前增速逐步下降，2025 年之后开始下降。2025 年、2030 年、2035 年各边界条件设定如下：

表3-1 三个水平年车辆保有量预测相关边界条件

	2025 年	2030 年	2035 年
人口总数（亿）	14.04	13.87	13.71
乘用车千人保有量（辆）	221.7	267.0	300.0
实际 GDP（万亿元）	116.6	138.4	158.4
中重型货车单位 GDP 对应车辆数 （辆/亿元）	10.2	8.9	8.0
轻型物流车单位 GDP 对应车辆数 （辆/亿元）	23.8	23.0	21.6

（2）车辆能源消耗设定

综合考虑新能源汽车国家大数据联盟公布的车辆运行数据^[40]、国家统计局公布的 2019 年分行业能源消耗数据、能源基金会统计的公路交通领域能源消耗数据和二氧化碳排放数据^[43]，我们拟合了 2019 年各类型车辆的单车年能源消耗情况，考虑到车辆运行需求逐年降低、车辆能耗技术的逐步提升，2021-2025 年柴油车（新车）能源

消耗逐年下降 2%左右，汽油车（新车）能源消耗逐年下降 1%左右；2026-2030 年柴油车（新车）能源消耗逐年下降 1%左右，汽油车（新车）能源消耗逐年下降 0.7%左右；2031-2035 年柴油车（新车）能源消耗逐年下降 0.4%左右，汽油车（新车）能源消耗逐年下降 0.2%左右。

表3-2 各类型车辆单车年能源消耗情况（L/年）

	2019 年	2025 年	2030 年	2035 年
公交车（柴油）	9993	9909	9731	9539
其他用途客车（柴油）	8517	8469	8376	8312
物流车（柴油）	2400	2386	2368	2345
物流车（汽油）	3360	3341	3316	3283
中重型货车与专用车 （柴油）	12320	12234	12082	11834
出租网约车（汽油）	4792	4721	4607	4505
单位用车（汽油）	928	918	901	883
私人乘用车（汽油）	580	575	566	556

注：1、纯电动汽车电耗（度/年）=汽油车油耗（L/年）*1.85 或=柴油车油耗（L/年）*2.6；

2、天然气汽车气耗（m³/年）=汽油车油耗（L/年）*0.9 或=柴油车油耗（L/年）*1.2；

3、汽油密度按 0.73kg/L 计算，柴油密度按 0.85kg/L 计算；

4、插混车按 1/3 用电、2/3 用油计算。

（3）各种能源二氧化碳排放系数

依据《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）和《省级温室气体清单编制指南》（发改办气候[2011]1041号），采用目前行业使用较多的能源碳排放参考系数计算

各类能源碳排放量，具体如表 3-3 所示。

表3-3 各能源碳排放参考系数

能源名称	平均低位发热量	折标准煤系数	单位热值含碳量（吨碳/TJ）	碳氧化率	二氧化碳排放系数
原煤	20 908 kJ/kg	0.714 3 kgce/kg	26.37	0.94	1.900 3 kg-co ₂ /kg
焦炭	28 435 kJ/kg	0.971 4 kgce/kg	29.5	0.93	2.860 4 kg-co ₂ /kg
原油	41 816 kJ/kg	1.428 6 kgce/kg	20.1	0.98	3.020 2 kg-co ₂ /kg
燃料油	41 816 kJ/kg	1.428 6 kgce/kg	21.1	0.98	3.170 5 kg-co ₂ /kg
汽油	43 070 kJ/kg	1.471 4 kgce/kg	18.9	0.98	2.925 1 kg-co ₂ /kg
煤油	43 070 kJ/kg	1.471 4 kgce/kg	19.5	0.98	3.017 9 kg-co ₂ /kg
柴油	42 652 kJ/kg	1.457 1 kgce/kg	20.2	0.98	3.095 9 kg-co ₂ /kg
液化石油气	50 179 kJ/kg	1.714 3 kgce/kg	17.2	0.98	3.101 3 kg-co ₂ /kg
炼厂干气	46 055 kJ/kg	1.571 4 kgce/kg	18.2	0.98	3.011 9 kg-co ₂ /kg
油田天然气	38 931 kJ/m ³	1.330 0 kgce/m ³	15.3	0.99	2.162 2 kg-co ₂ /m ³

说明：1、低（位）发热量等于 29 307 千焦（kJ）的燃料，称为 1 千克标准煤（1 kgce）。

2、上表前两列来源于《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）

3、上表后两列来源于《省级温室气体清单编制指南》（发改办气候[2011]1041

号)

4、“二氧化碳排放系数”计算方法：以“原煤”为例

$$1.9003=20908*0.000000001*26.37*0.94*1000*3.66667$$

大电网的二氧化碳排放系数由各类能源发电量的占比和各类能源发电时的二氧化碳排放强度计算而来，各类能源发电量的占比预测参考全球能源互联网发展合作组织发布的《中国 2030 年能源电力发展规划研究及 2060 年展望》^[12]，2025 年、2030 年、2035 年各类能源发电量占比及单位电量 CO₂ 排放^[13] 如下：

表3-4 2025-2035 年各类能源发电量占比及单位电量 CO₂ 排放

	单位电量 CO ₂ 排放 (g/kwh)	发电量占比		
		2025 年	2030 年	2035 年
风力	15.9	9.1%	14.7%	18.5%
太阳能	56.3	5.7%	13.5%	18.9%
水电	0.81	15.6%	14.6%	13.4%
煤电	1072.4	54.5%	44.3%	37.0%
气电	443	3.2%	3.2%	3.2%
核电	13.7	4.9%	5.7%	5.6%
生物质及其他	0	7.0%	4.1%	3.4%

(4) 充电设施配置相关边界条件

“停 - 充复合型”充电设施最大负荷利用小时数和充电桩单桩功率设定如下：

表3-5 “停 - 充复合型”充电设施边界条件

最大负荷利用小时数 (h)	充电桩单桩功率 (kW)
---------------	--------------

	2025 年	2030 年	2035 年	2025 年	2030 年	2035 年
公交车	2	3	3	90	90	90
其他用途客车	2	3	3	70	70	70
轻型物流车	2	3	3	30	30	30
中重型货车与专用车	2	3	3	150	150	150
单位和小区固定桩	2	3	3	7	7	7
单位和小区公共桩	5.05	5.09	5.11	7	7	7

“即充（换）即走型”充电设施最大负荷利用小时数和充电桩单桩功率设定如下：

表3-6 “即充（换）即走型”充电设施边界条件

		2025 年	2030 年	2035 年
轻型车公共快充	最大负荷利用小时数（h）	1.5	1.8	2.0
	1C 充电桩单桩功率（kW）	80	80	80
	3C 快充桩占比	14.7%	43.7%	80.0%
中重型公共快充	最大负荷利用小时数（h）	1.5	1.8	2.0
	1C 充电桩单桩功率（kW）	300	300	300
	3C 快充桩占比	10.0%	40.0%	80.0%

V2G 车辆只考虑私人和单位乘用车参与车网互动，边界条件设定如下：

表3-7 V2G 车辆参与车网互动边界条件

		2025 年	2030 年	2035 年
单位用车	单车日调节电量（kWh）	20	20	20
	日充换电次数（次）	1	1	1
	V2G 参与车比例	0.7	0.7	0.7
	V2G 车年参与天数（天）	200	200	200

私人乘用车	单车日调节电量 (kWh)	20	20	20
	日充换电次数 (次)	2	2	2
	V2G 参与车比例	0.8	0.8	0.8
	V2G 车年参与天数 (天)	250	250	250

3.2.3. 三个场景的充电差异化边界条件设定

(1) “即充（换）即走型”设施的快充快换占比设定

BAU 场景下维持目前 1C 充电技术状态，不考虑快充和快换技术的应用；目标场景下快充和快换在 2025 年导入、2030 年基本覆盖、2035 年全面覆盖；加速变革场景下考虑快充快换设备的导入和推广力度进一步加大。具体参数设定如下：

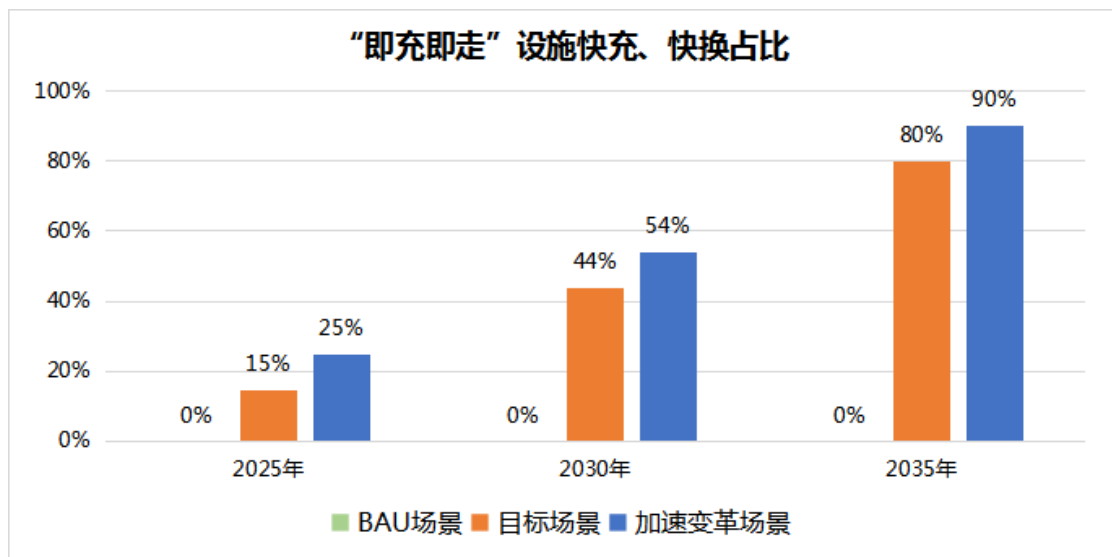


图3-9 “即充（换）即走型”设施的快充、快换占比

(2) 小区固定车位充电设施安装率设定

BAU 场景下固定车位电力覆盖率维持 35%水平不变；目标场景下 2025 年提高到 50%，30 和 35 年分别提高至

70%和 80%；加速变革场景下考虑进一步加大力度尽早实现“应装尽装”。具体参数设定如下：

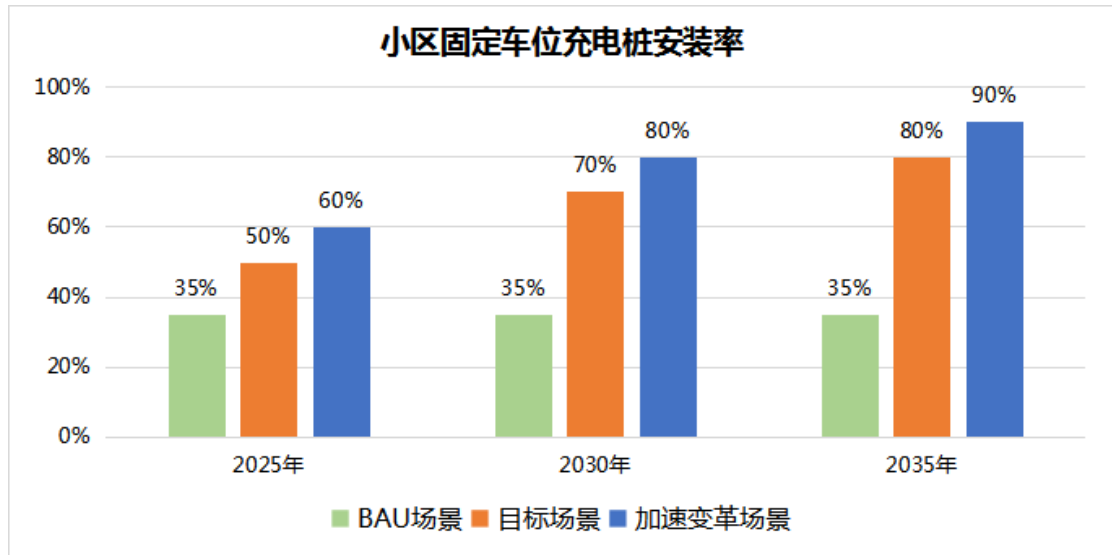


图3-10 小区固定车位充电设施安装率

（3）小区公共和单位共享车位安装率设定

BAU 场景下维持在 10%的水平；目标场景下 2025 年提高到 30%，30 和 35 年分别提高至 50%和 60%；加速变革场景下考虑实现更大服务覆盖力度。具体参数设定如下：

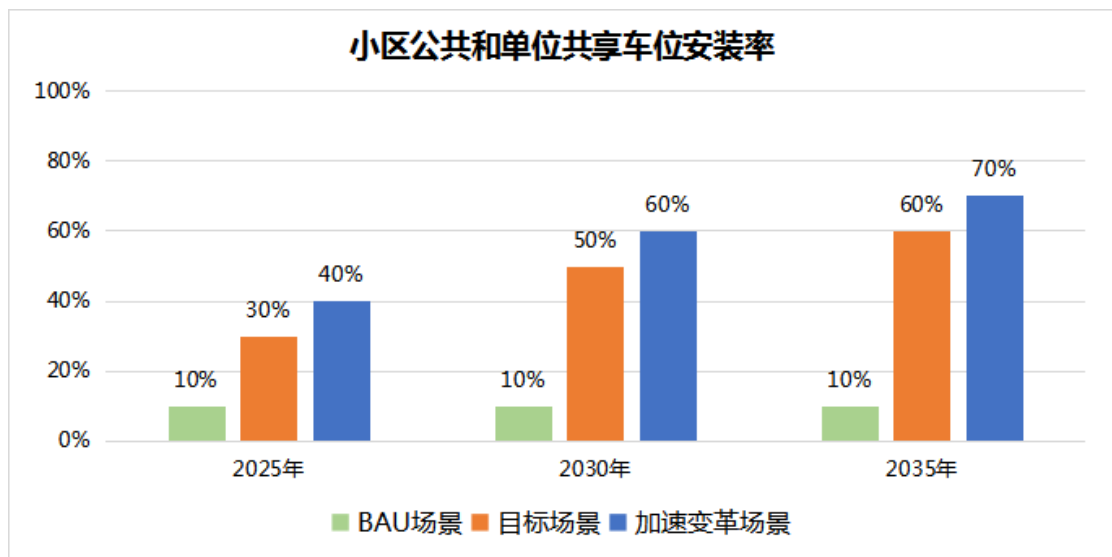


图3-11 小区公共和单位共享车位安装率

（4）单位用车和私人乘用车车网协同发展设定

BAU 场景下不考虑 V2G 的应用；目标场景下 2025 年实现 5%商用试点，30 和 35 年 V2G 占比达 60%和 90%；加速变革场景下考虑实现更大 V2G 商用化推进力度。具体参数设定如下：

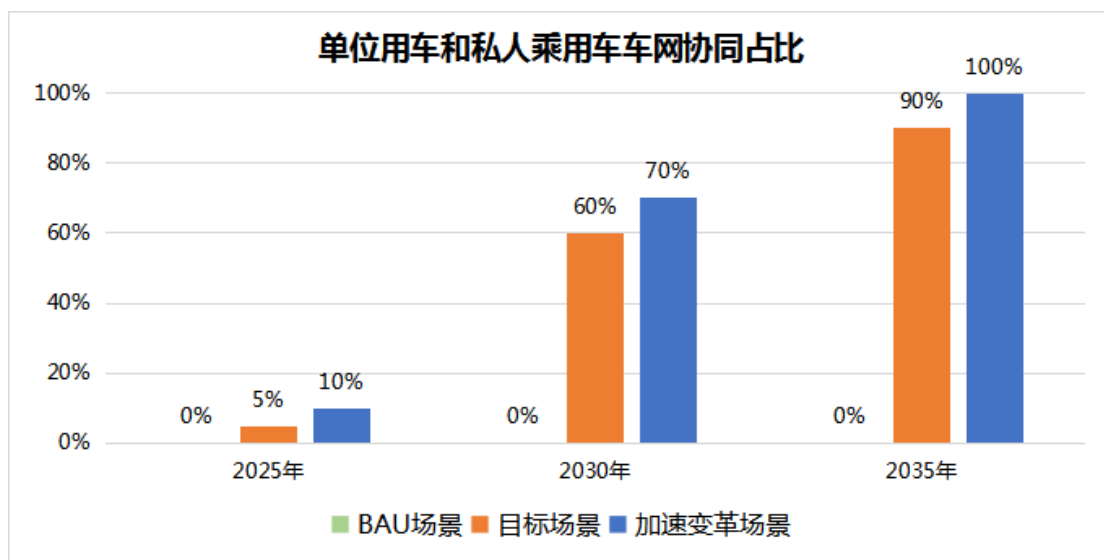


图3-12 单位用车和私人乘用车车网协同发展设定

3.3. 多场景下充电基础设施对新能源汽车产业发展的影响评估

3.3.1. 对各领域渗透率的影响

（1）对私和人单位乘用车渗透率的影响

——BAU 场景显示，受车辆供给侧和用户接受度提升影响，私人 and 单位乘用车渗透率在 2025 年也能实现一个比较大的增长，分别能达到 15%和 28%；但是在 2025 年之

后的中长期，如果充电体验（包括市区充电体验和长途充电体验）和小区单位覆盖率如不能有效提升，后续增长空间有限，到 2030 私人乘用车和单位用车的渗透率分别只能达到 26%和 49%。

——**目标场景**显示，通过小区和单位充电桩覆盖的提升以及大功率快充桩的逐步商业化，到 2025 年私人 and 单位乘用车渗透率可提升至 23%和 33%，可实现《规划》要求的目标；2025 年之后到中长期，随着大功率快充和车网协同的全面推广，私人 and 单位乘用车渗透率将进入全面电动化拐点，到 2030 年私人 and 单位乘用车渗透率可以达到 59%和 68%，新车销量实现对燃油车超越，到 2035 年能达到更高的渗透率。

——**加速变革场景**下，私人 and 单位乘用车的渗透率能达到更高的水平，电动化转型将进一步加速。

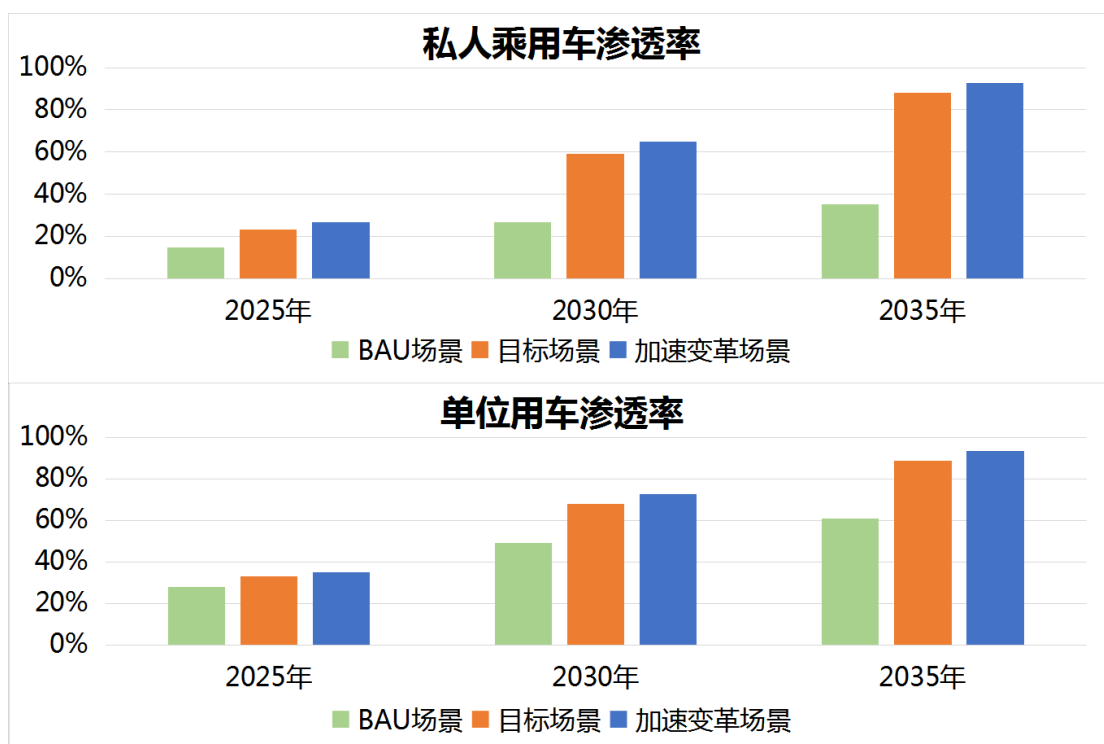


图3-13 三种场景下私人和单位乘用车渗透率变化趋势

（2）对出租网约车渗透率的影响

——BAU 场景显示，当前充电条件已能基本满足出租网约需求，2025 年渗透率也能达到 80%以上，不过 2025 年之后，如果充电保障能力（主要是大功率快充能力）不能突破，渗透率将达到一个瓶颈，很难实现全面电动化。

——目标场景显示，随着大功率快充桩的引入，出租网约车的渗透率在 2025 能达到 84%，到 2030 年可以实现新增车辆的全面电动化。

——加速变革场景下，出租网约车的全面电动化进程将进一步加速。

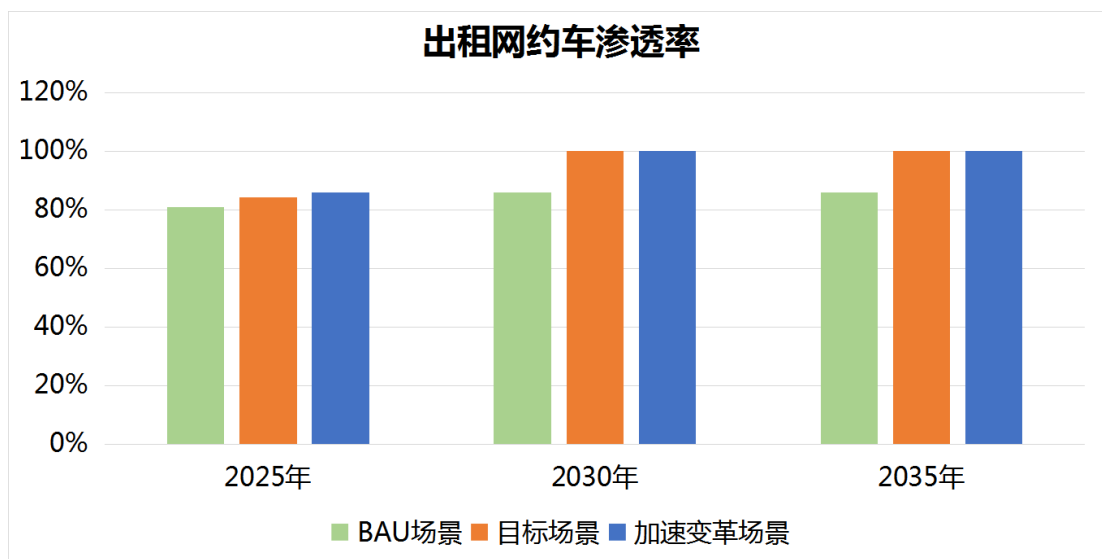


图3-14 三种场景下出租网约车渗透率变化趋势

（3）对其他客车渗透率的影响

——BAU 场景显示，当前充电条件在其他客车领域表现较好，2025 年能到达 15%的渗透率，但是中长期的增长空间有限，2030 年和 2035 年的渗透率只能达到 23%和

29%。

——**目标场景**显示，随着大功率快充桩的导入和政府其他措施的加强，其他客车领域渗透率在 2025 年可以提升至 19%；2025 年之后，随着大功率快充的突破和大范围的推广，其他客车的渗透率将实现高速增长，到 2030 年渗透率可以达到 50%；到 2035 年，其他客车领域新能源汽车将成为新销售车辆的主流。

——**加速变革场景**显示，如果大功率快充的推进速度能进一步加快，其他客车领域的全面电动化转型进度将显著加快。

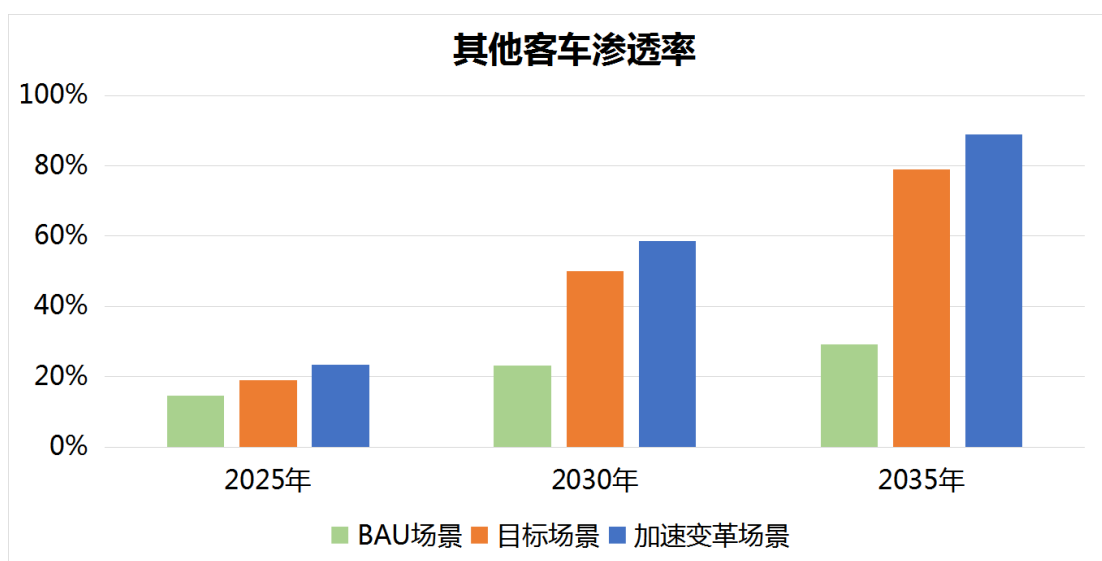


图3-15 三种场景下其他客车渗透率变化趋势

（4）对轻型物流车渗透率的影响

——**BAU 场景**显示，当前充电条件在 3.5 吨以下的轻型物流车表现较好，2025 年能到达 12%的渗透率，在中长期也能有比较好的增长，2030 年和 2035 年分别能达到 25%和 32%；但是对 3.5 吨以上的物流车，当前充电条件

还很难满足其电动化转型的要求，2025 年、2030 年和 2035 年的渗透率分别只有 5%、11%和 14%。

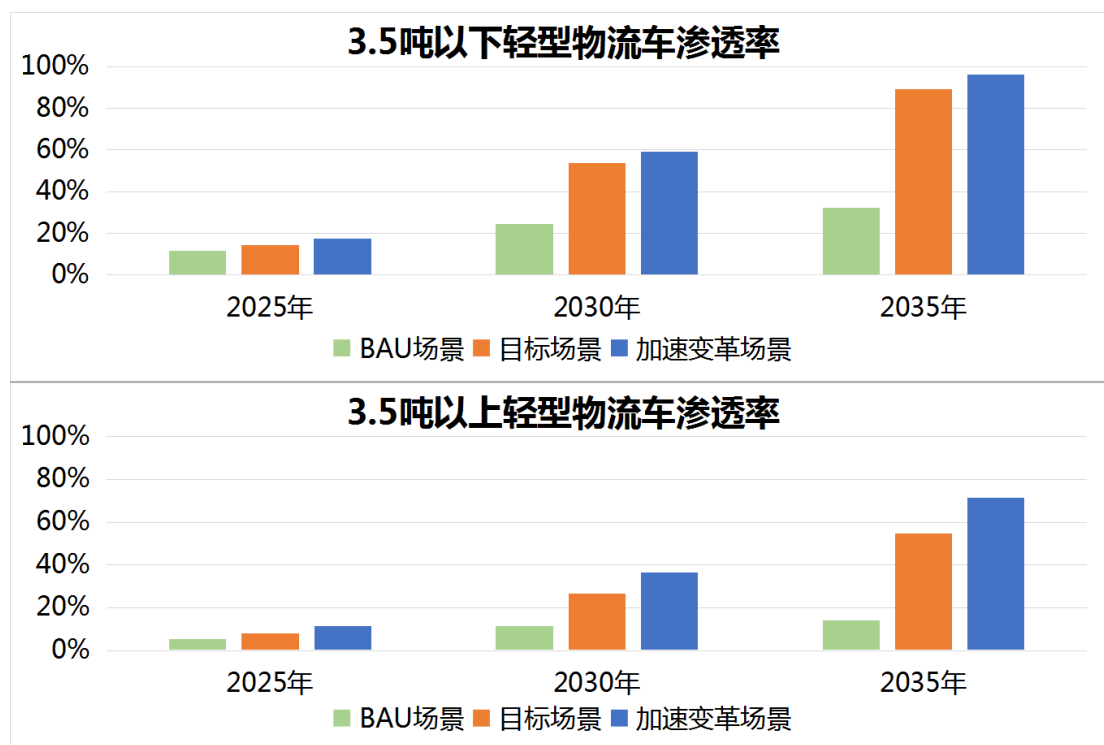


图3-16 三种场景下轻型物流车渗透率变化趋势

——目标场景显示，在“十四五”期间，在大功率快充设施全面推广之前，单纯依靠供给侧的力量和充电设施数量的增加，对物流车的电动化转型影响不大，2025 年渗透率相比 BAU 场景只能增加 2%到 3%；但是 2025 年之后，随着大功率快充桩的导入，轻型物流车的电动化转型将迅速提升，2030 年，3.5 吨以下物流车渗透率能超过 50%，3.5 吨以上物流车渗透率也能达到 27%的，到 2035 年，轻型物流车领域新能源汽车将成为新销售车辆的主流。

——加速变革场景显示，如果大功率快充的推进速度能进一步加快，物流车在 2030 年之后会呈现快速增长的

趋势。

（5）对中重型货运与专用车渗透率的影响

——**BAU 场景**显示，当前充电条件很难满足中重型货运与专用车的电动化需求，2025 年、2030 年、2035 年渗透率分别只有 2%、10%和 21%，渗透率的提升主要依靠停车条件较好、运营负载较低的短途运输车辆的电动化转型。

——**目标场景**显示，在“十四五”期间，在大功率快充和快换技术全面推广之前，单纯依靠供给侧的发力和普通快充桩的普及，对中重型货运与专用车的电动化影响作用很少，2025 年的渗透率也只能达到 3%左右；在 2025 至 2030 年阶段，随着大功率快充和快换在重点城市和重点物流线路的全面覆盖和全国范围的推广，中重型货运与专用车的电动化转型将实现瓶颈突破，2030 年渗透率可以达到 23%；2030 至 2035 年阶段，随着大功率快充和快换在全国基本覆盖，快充和快换体系可有效满足中重型货运与专用车的运营需求，中重型货运与专用车迎来全面转型。

——**加速变革场景**显示，在目标场景的基础上，如果只是单纯的增加充电基础设施的数量和提升快充设施的布局，2030 年和 2035 年的渗透率仅比目标场景分别高 1 个百分点和 3 个百分点。由此可以看出，影响中重型货运与专用车的电动化转型的因素是多样的，中重型货运与专用车的电动化转型也是一个长期的逐步推进的过程，需要依

靠政府、车企、充电运营商、车辆运营方等多方协作发力、共同推进。

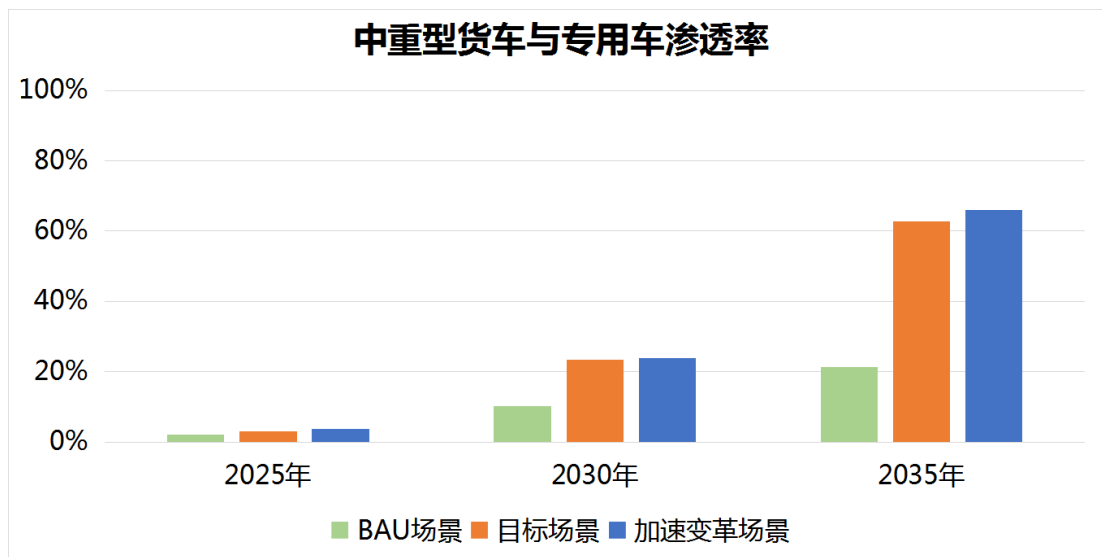


图3-17 三种场景下中重型货运与专用车渗透率变化趋势

3.3.2. 对新能源汽车销量和保有量影响

（1）对新能源汽车渗透率和销量的影响

——BAU 场景测算结果显示，若不能有效突破当前充电瓶颈，我国将无法完成国家新能源汽车产业的规模化目标。BAU 场景下的新能源汽车市场渗透率分析结果显示，如果充电基础设施公共充电速度和社区和单位充电桩安装率不能有效提升，到 2025 年我国新能源汽车销量渗透率仅能达到 16%，销量提升主要是依靠车辆供给侧和用户关注度的改善，难以实现国家规划提出的 20%渗透率目标；到 2030 年和 2035 年也仅能够达到 28%和 36%，无法取代燃油车成为市场主流选择。

——政策目标场景测算结果显示，如果能够通过政

策有效推动大功率快充导入和提升社区和单位充电桩安装率，则我国完全可以达到甚至超额完成国家新能源汽车产业的规模化目标。政策目标场景下的新能源汽车市场渗透率分析结果显示，通过政策有效提升社区和单位充电覆盖，对于“十四五”我国新能源汽车渗透率提升具有关键作用；而大功率快充导入则可以进一步打消没有固定充电条件用户的购买和使用顾虑，为 2025 年到 2035 年期间新能源汽车高质量发展提供新的动力，同时助力中重型货运的全面电动化转型。测算模型显示，如果能够通过政策有效推动大功率快充导入和提升社区和单位充电桩安装率，我国新能源汽车在 2025 渗透率能达到 24%，新能源汽车年销量达到 650 万辆，2030 年的渗透率达到 58%，新能源汽车年销量突破到 2000 万辆，不仅能够超额完成“十四五”目标，而且在 2030 年就能成为市场主流。

——加速变革场景测算结果显示，如果充电设施建设和创新力度能进一步加强，到 2035 年，新能源汽车将在各个领域全面超过燃油车。

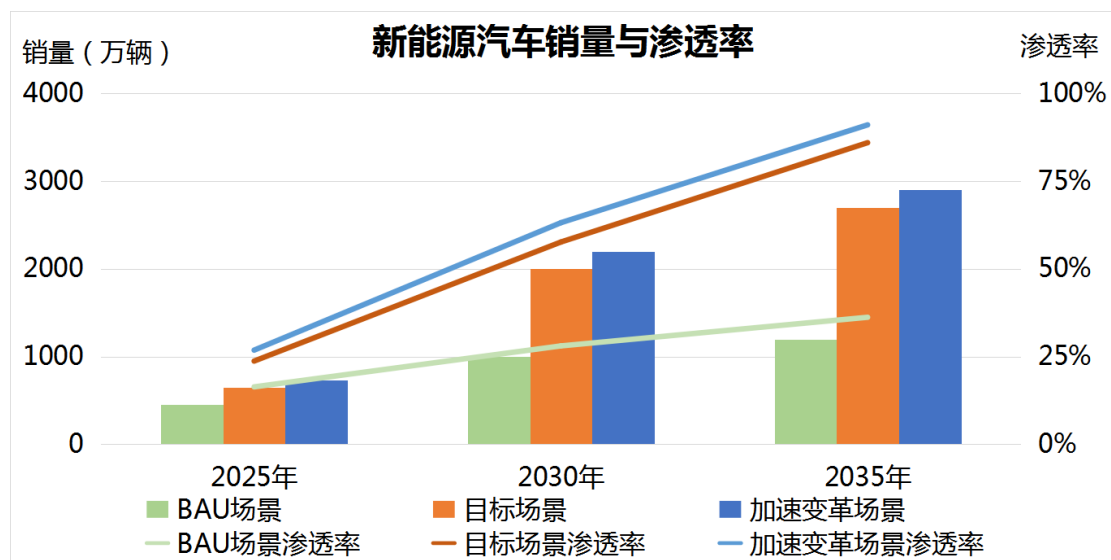


图3-18 三种场景下新能源汽车销量与渗透率变化趋势

（2）对新能源汽车保有量的影响

——BAU 场景测算结果显示，“十四五”末新能源汽车保有量能达到 2100 万辆，保有量占比约为 6%；2030 年保有量为 5700 万辆，保有量占比约为 14%；到 2035 年保有量为 1.1 亿左右，保有量占比约为 23%。

——目标场景测算结果显示，2025 年新能源汽车保有量将达到 2700 万辆，保有量占比约为 7%；2030 保有量达到 9700 万辆，保有量占比约为 23%；2030 年之后，新能源汽车保有量仍将保持高速增长。

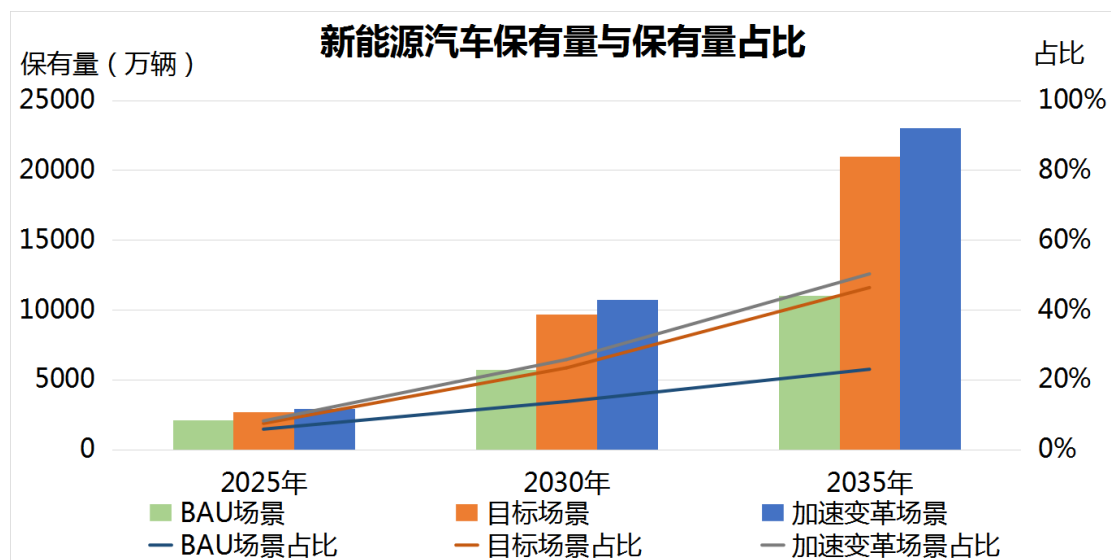


图3-19 三种场景下新能源汽车保有量与保有量占比变化趋势

3.3.3. 充电设施建设需求分析

(1) 用电量需求分析

BAU 场景测算结果显示，2025 年充电量为 740 亿 kWh，到 2030 年大约增加一倍达到 1600 亿 kWh，2035 年新能源汽车充电量约占到当年全社会用电量的 2.3%⁴。

目标场景测算结果显示，2025 年充电量能达到 850 亿 kWh；2030 年相比 2025 年增加近 2 倍，充电量达到 2500 亿 kWh；到 2035 年新能源充电量能占当年全社会用电量的约 4.8%。

加速变革场景测算结果显示，2035 年充电量能占当年全社会用电量的比例约为 5.2%。

⁴ 中国电力企业联合会发布《中国电气化发展报告 2019》指出，预计到 2035 年我国全社会用电量达到 11.6 万亿~12.1 万亿 kWh，这里采用 12 万亿进行计算

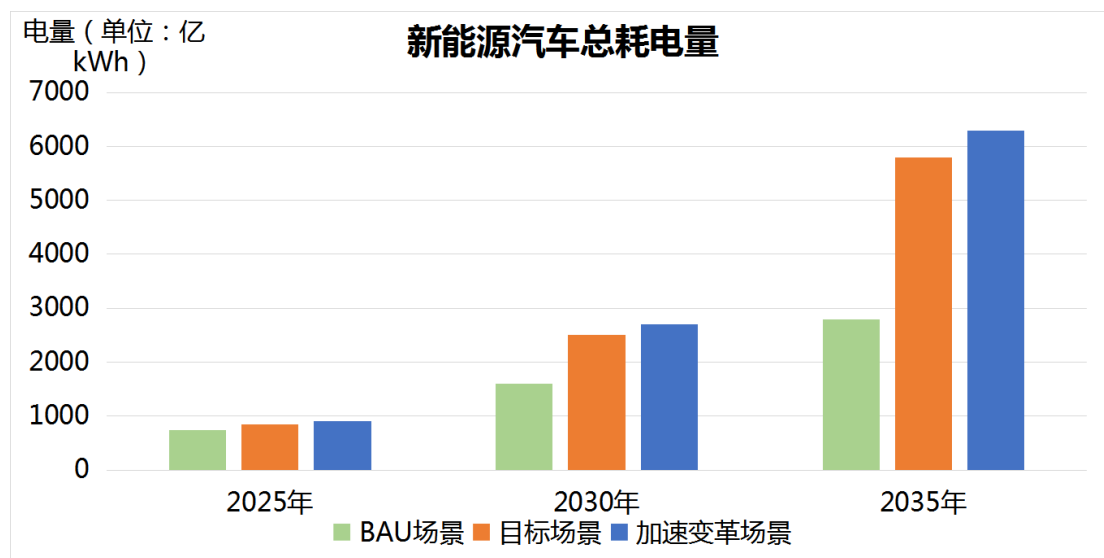


图3-20 三种场景下新能源汽车总耗电量变化趋势

(2) 分领域用电量需求分析

从各领域用电量占比来看，2025 年用电量主要集中在私人和单位乘用车、出租网约车和公交车，BAU 场景、目标场景和加速变革场景下三者的占比之和分别达到了 81%、80%和 78%。

2025 年之后，私人和单位乘用车的用电量占比继续扩大，BAU 场景下 2030 年占比达到 40%，目标场景和加速变革场景下占比能接近 50%。

2025 年之后中重型货车的用电量也迅速增加，BAU 场景下到 2035 年中重型货车的用电量超过出租网约车和公交车领域，占比达到 24%，排到第二位；在目标场景和加速变革场景下中重型货车在 2030 年就能超过出租网约车和公交车领域，到 2035 年占比能达到 30%左右。

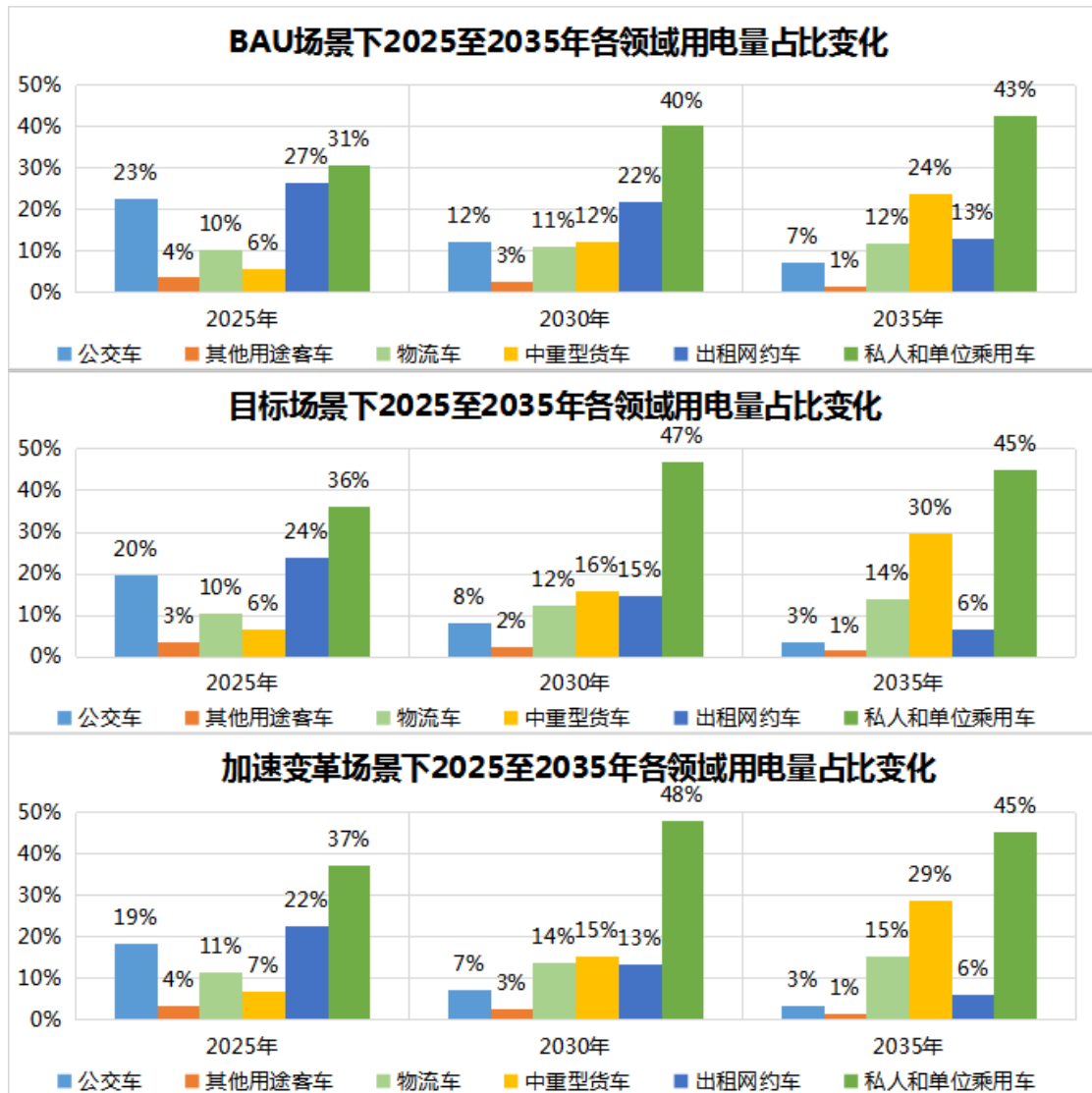


图3-21 三种场景下 2025 至 2035 年各领域用电量占比变化

（3）充电设施装机功率需求分析

——充电设施装机功率在 2030 年之前保持高速增长，之后增速逐步放缓。BAU 场景下 2025 年、2030 年、2035 年的充电设施装机总功率分别约为 1.6 亿 kW、3.5 亿 kW、6.1 亿 kW，2030 年相比 2025 年增加 116%，2035 年相比 2030 年增加 75%。目标场景下，2025 年、2030 年、2035 年的充电设施装机总功率分别约为 2.0 亿 kW、5.9 亿 kW、13.1 亿 kW，两个五年间的增速分别为 201%和

122%。

——未来充电桩装机功率的增量主要来自**单位和个人固定桩**。BAU 场景下，单位和个人固定桩 2025 年、2030 年、2035 年装机功率分别为 0.6 亿 kW、1.9 亿 kW、3.6 亿 kW，2025 年至 2030 年的增量占全部充电设施装机功率增量的 67%，2030 年至 2035 年的增量占全部充电设施装机功率增量的 64%。目标场景下，单位和个人桩 2025 年、2030 年、2035 年装机功率分别为 0.9 亿 kW、3.7 亿 kW、8.5 亿 kW，两个五年间的增量分别占到全部充电设施增量的 72%和 66%。

——**公共桩（含小区、单位和园区公共共享桩）**2025 年装机功率与单位和个人桩相当，但增长速度要慢一些。BAU 场景下，公共桩 2025 年、2030 年、2035 年装机功率分别为 0.7 亿 kW、1.2 亿 kW、1.9 亿 kW，两个五年间的增量分别占到全部充电设施增量的 31%和 27%。目标场景下，公共桩 2025 年、2030 年、2035 年装机功率分别为 0.7 亿 kW、1.6 亿 kW、3.3 亿 kW，两个五年间的增量分别占全部充电设施增量的占比均为 24%。

——**专用桩**装机功率在 2030 年后增长迅猛。BAU 场景下，2030 年专用桩装机功率为 0.38 亿 kW，相比 2025 年专用桩的装机功率只增加了 14%，2035 年专用桩装机功率为 0.62 亿 kW，相比 2030 年增加了 63%。目标场景下，专用桩的装机功率在两个五年间分别增长了 47%和 141%。加速变革场景下，专用桩的装机功率在两个五年

间分别增长了 65%和 147%。

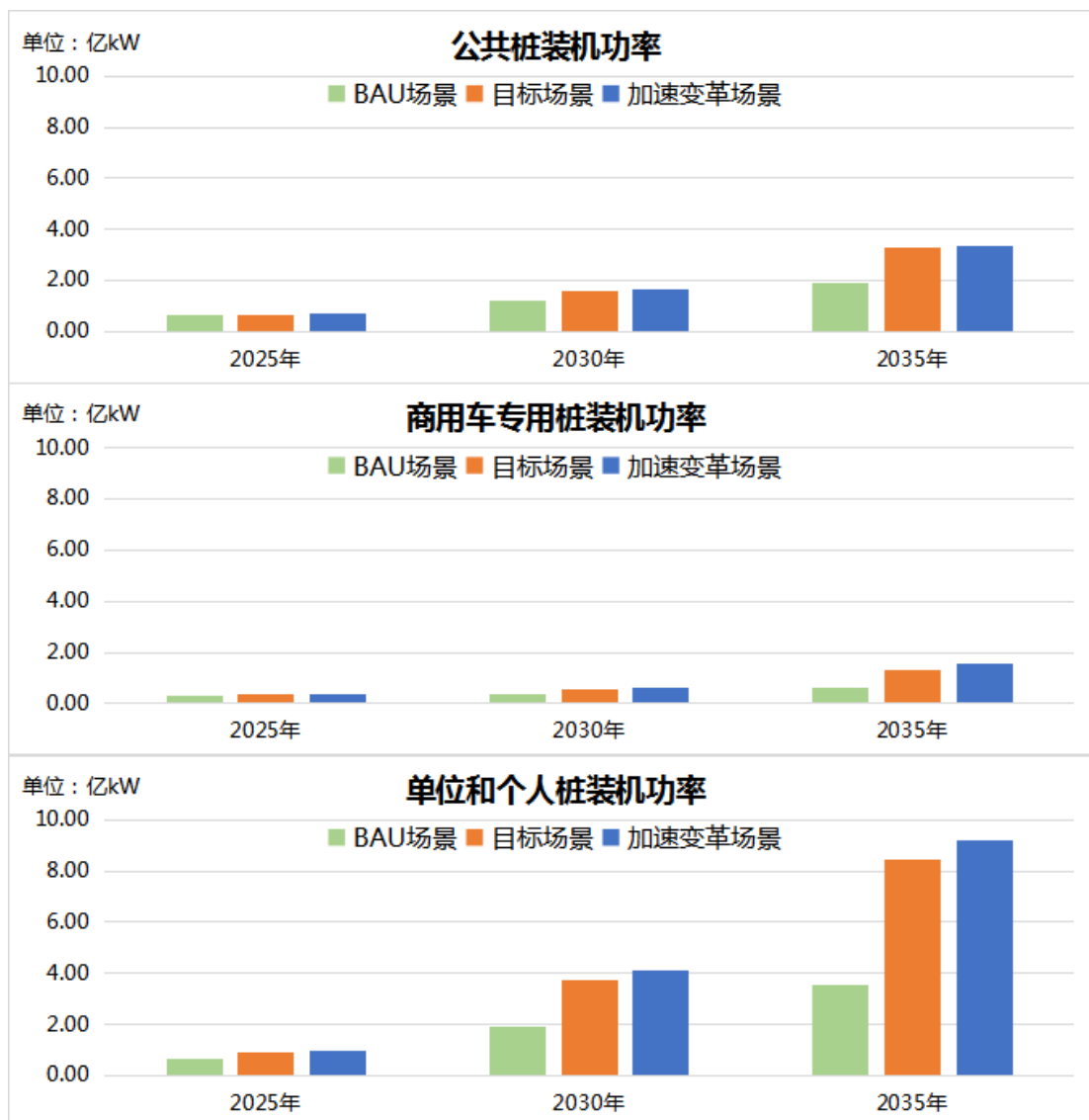


图3-22 三种场景下 2025-2035 年各类型充电桩装机功率

(4) 充电设施数量需求分析

——从充电设施数量来看，单位和个人桩的数量是绝对的主力。BAU 场景下 2025 年单位和个人桩数量为 900 万台，占比达到 87%，2035 年增加到 5000 万台，占比也提升到 94 左右；目标场景下，单位和个人桩在 2025 年为 1300 万台，占比为 90%，2035 年数量达到 1.2 亿台，占比达到 95%；加速变革场景下，单位和个人桩在

2025 年数量为 1400 万台，占比为 90%，2035 年数量达到 1.3 亿台，占比达到 95%。。

——随着大功率快充的导入公共快充桩的数量不会有太多的变化，小区、单位和园区共享充电桩的数量会逐步增加。BAU 场景下，公共桩数量 2025 年大约需要 85 万台，2030 年、2035 年分别需要 170 万台、250 万台；在目标场景下，公共桩数量 2025 年大约需要 86 万台，2030 年、2035 年分别需要 230 万台、450 万台；加速变革场景下，公共桩数量 2025 年大约需要 90 万台，2030 年、2035 年分别需要 260 万台、510 万台；。

——专用桩的数量预计在 2030 年后增长加速。BAU 场景下，2030 年专用桩数量约为 62 万台，相比 2025 年增加 22%左右，到 2035 年数量增加到 103 万台，相比 2030 年增加 67%。目标场景下，2030 年专用桩数量达到 83 万台，相比 2025 年增加 48%，2035 年数量达到 179 万台，相比 2030 年增加 116%。加速变革场景下，2030 年专用桩数量达到 95 万台，相比 2025 年增加 65%，2035 年数量达到 214 万台，相比 2030 年增加 124%。

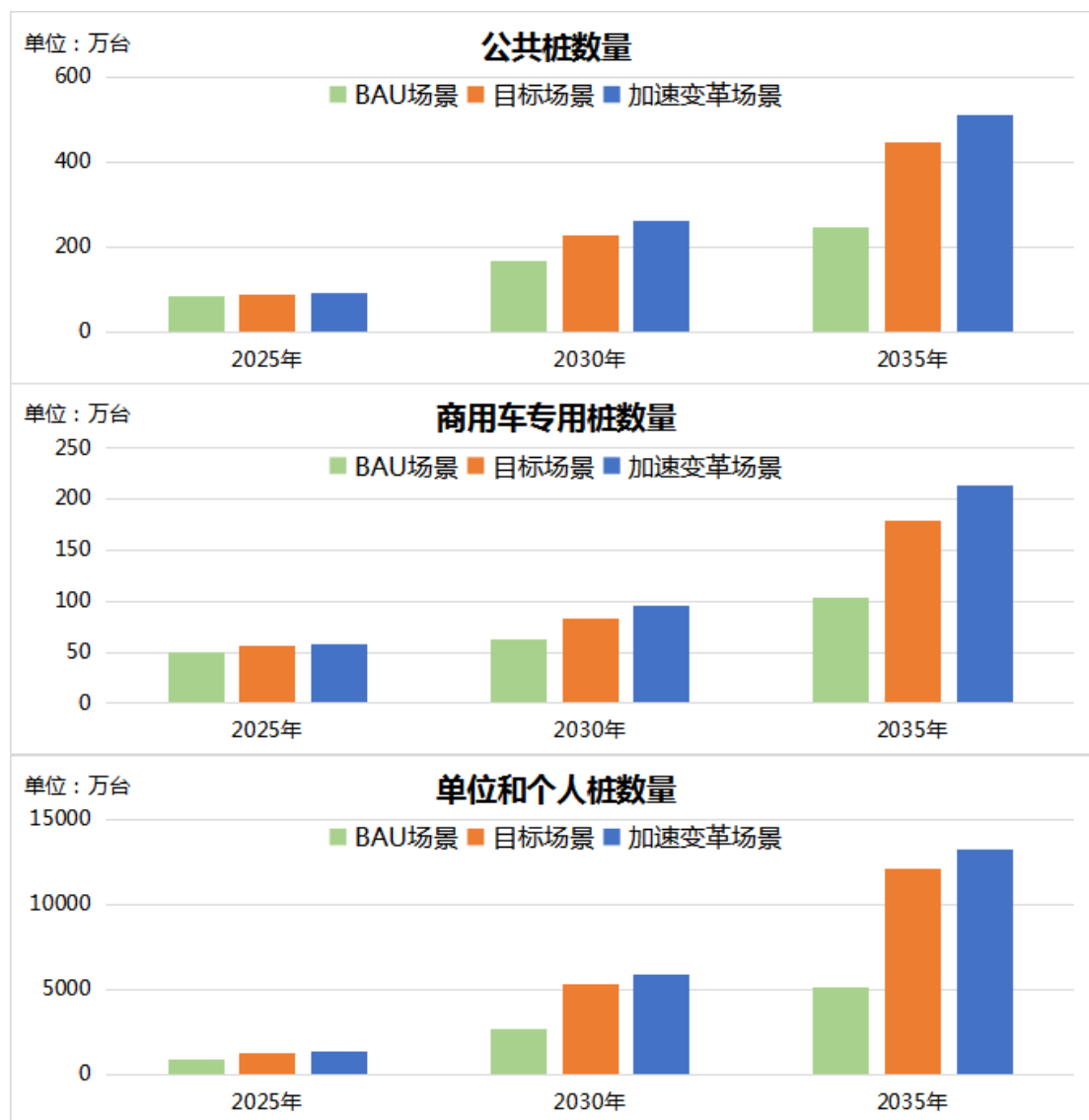


图3-23 三种场景下 2025 至 2035 年各类型充电桩数量

3.3.4. 对能源消耗和碳排放的影响

(1) 汽、柴油消费预测

——BAU 场景下汽油消费预计在 2029 年左右达峰，后续下降幅度有限，到 2035 年仍然在 1.65 亿吨左右，相比峰值只降低了 3.6%。

——目标场景和加速变革场景下汽油消费达峰时间均在 2026 年左右。目标场景下到 2035 年汽油消费能控制在

1.15 亿吨，相比峰值约能降低 30%左右；加速变革场景下到 2035 年汽油消费能控制在 1 亿吨，相比峰值约能降低 35%左右。

——BAU 场景下柴油消费预计在 2028 左右间达峰，后续降速较慢。到 2035 年柴油消费总量在 1.41 亿吨左右，相比峰值只降低了 7.5%。

——目标场景和加速变革场景下柴油消费达峰时间均在 2026 年左右。目标场景下到 2035 年柴油消费能控制在 1.12 亿吨，相比峰值约能降低 26%左右；加速变革场景下到 2035 年汽油消费能控制在 1 亿吨，相比峰值约能降低 38%左右。

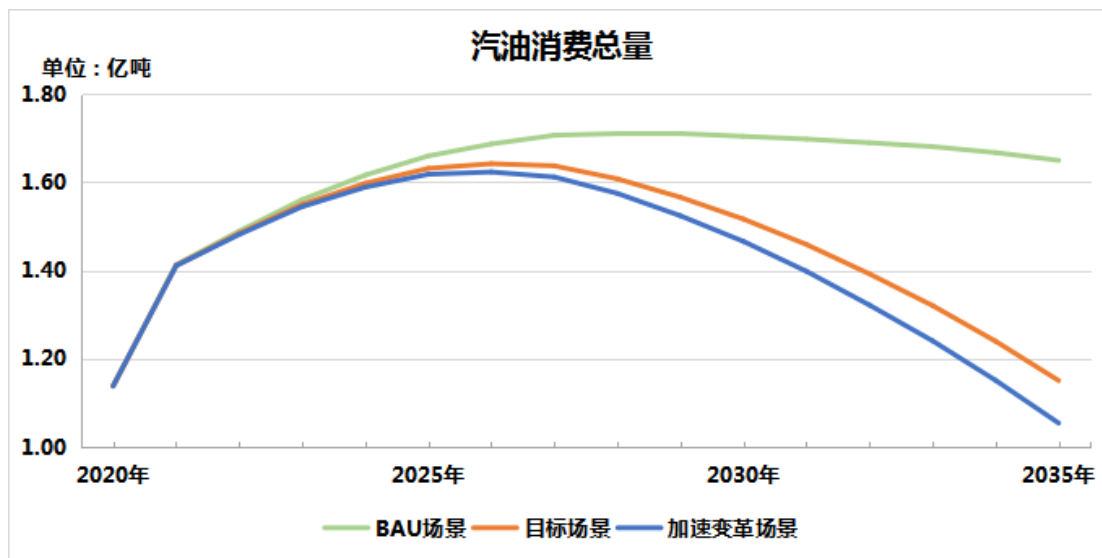


图3-24 三种场景下车用汽油需求量预测

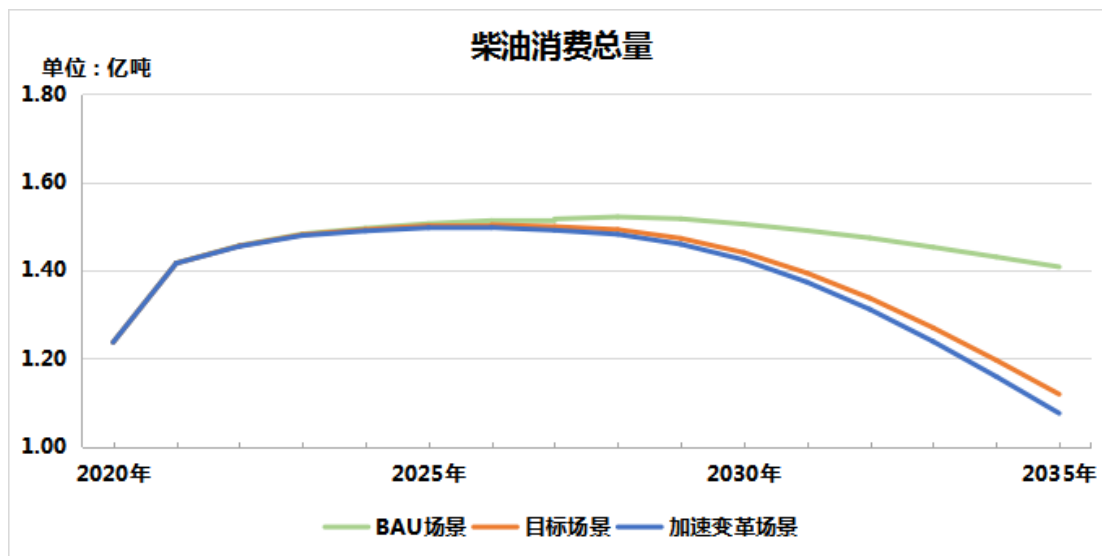


图3-25 三种场景下车用柴油需求量预测

（2）汽车运行使用阶段碳排放量测算

——在考虑有序用电的情况下，BAU 场景下总的碳排放预计在 2032 年左右达峰，峰值约 10.6 亿吨，后续下降幅度有限，到 2035 年达到 10.2 亿吨，相比峰值只能降低约 3.2%。

——目标场景下总的碳排放预计在 2027 年左右达峰，峰值大约是 10.3 亿吨，到 2035 年可降低到 8.4 亿吨左右，降幅达到 18.5%。

——加速变革场景下达峰时间预计在 2027 年左右峰值大约是 10.2 亿吨，到 2035 年可降低到 8 亿吨左右，降幅达到 21.3%。

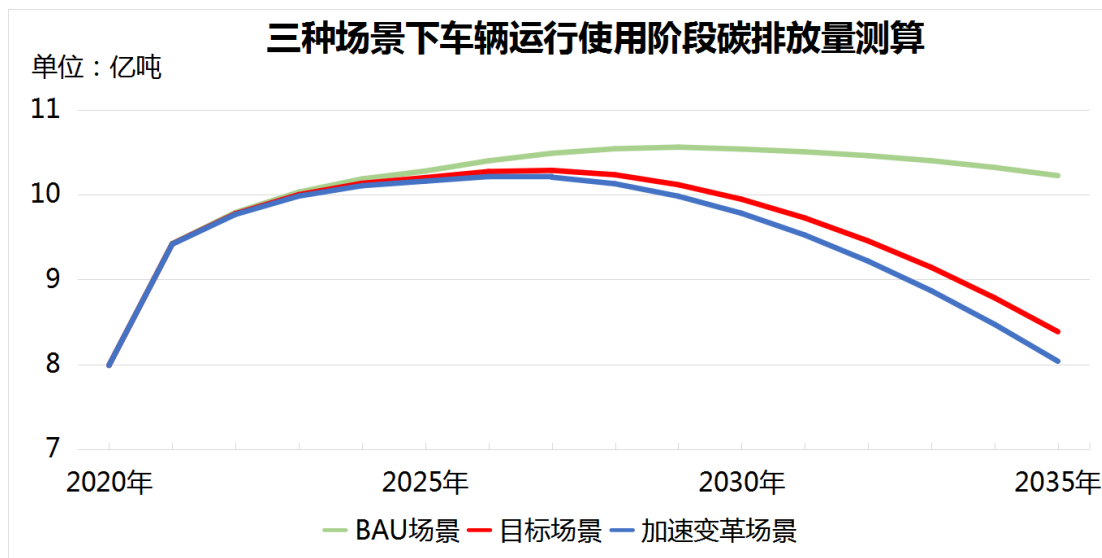


图3-26 三种场景下车辆运行使用阶段碳排放量测算

3.3.5. V2G 的“外部煤电替代效应”分析

在 V2G 场景下，一方面电动汽车通过 V1G 可以实现智能有序用电，增加新能源车用新能源电的比例，减少碳排放；另外一方面，电动汽车通过 V2G 实现“储运绿电”，帮助其他刚性负荷使用绿电，取得“外部减碳”效应，从而“放大”交通减碳效果。

目标场景显示，通过 V2G 模式下，考虑“外部煤电替代”效应，到 2035 年相比没有 V2G 可多减排 8.3 亿吨，道路交通领域的“净排放”到 2035 年可降低到 600 万吨。

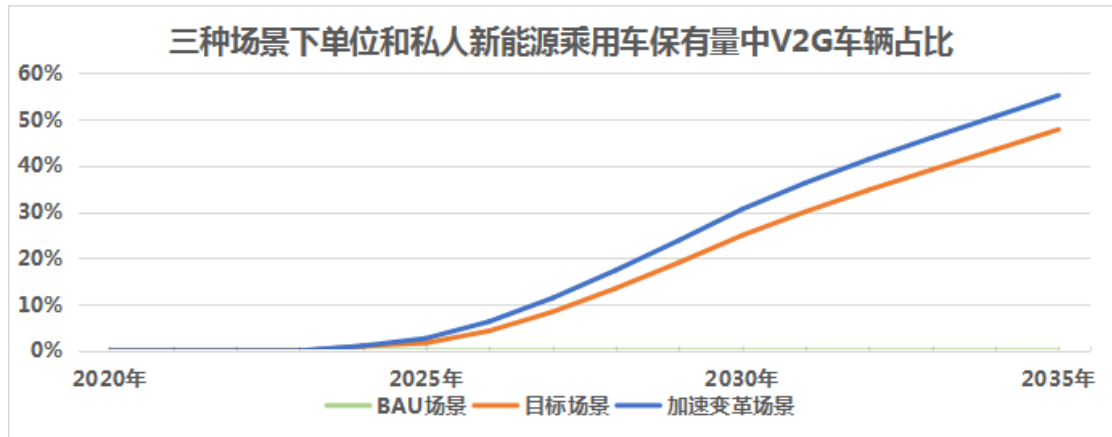


图3-27 三种场景下私人 and 单位新能源乘用车保有量中 V2G 车辆占比

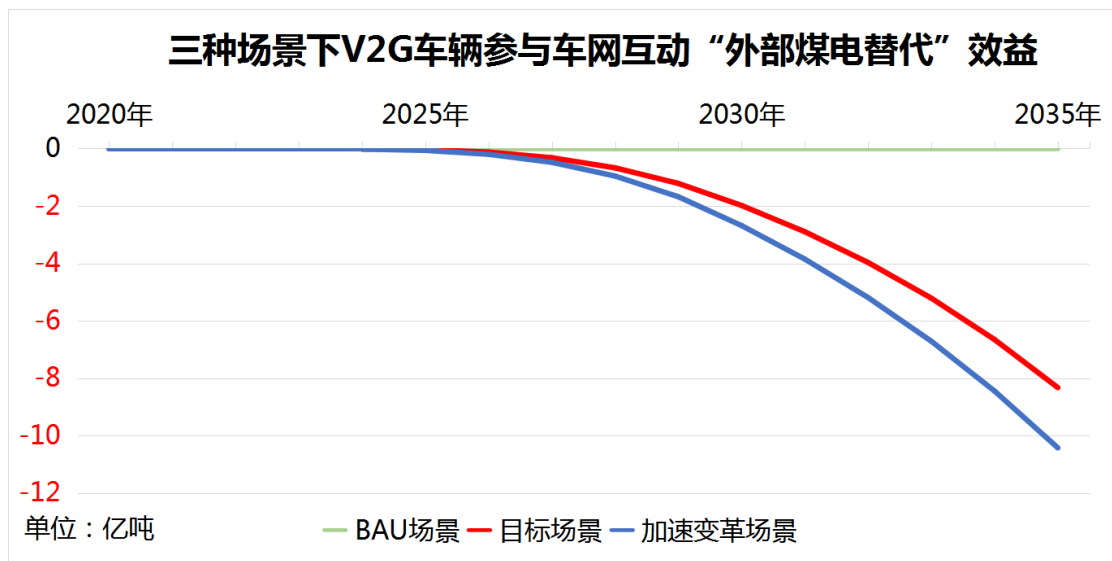


图3-28 三种场景下 V2G 车辆参与车网互动 “外部煤电替代” 效益

第四章 充电基础设施路线图设计与政策建议

4.1. 充电基础设施中长期总体路线图设计

根据趋势研判以及情景分析的结果，未来我国充电基础设施发展将呈现出显著的阶段性特点。通过分析提出不同阶段的总体目标，并针对乘用车规模化保障能力、商用车规模化保障能力、低碳化保障能力三个重点领域提出分阶段目标，形成我国充电基础设施中长期总体路线图的建议方案，如图 4-1 所示。

——2021-2025 “突破升级”阶段：充电制约得到有效突破，实现充（换）电体验升级，支撑新能源汽车渗透率超过 20%；智能有序充电降低新能源汽车排放和提升电网接入能力方面初见成效，V2G 商业化准备初步就绪。

——2026-2030 “提升推广”阶段：巩固 3C 及以上大功率快充、停-充复合型设施等新技术和新模式在重点区域推广成果，进一步优化提升和加大全国推广力度，支撑新能源汽车渗透率达到 58%左右；车网互动进入以 V2G 规模商用为特征的新阶段，电网对新能源消纳能力实现数倍增长。

——2031-2035 “加速普及”阶段：加快大功率快充、停-充复合型设施以及智能有序充电和 V2G 等新技术和新模式在全国范围普及，开始成为实现我国“碳中和”的重要支撑力量。



图4-1 充电基础设施中长期总体路线图

4.2. 充电基础设施分领域子路线图设计

4.2.1. 乘用车充电保障能力提升子路线图设计

根据趋势研判以及情景分析，未来乘用车充电保障能

力需要以居民区充电设施、单位充电设施、城市公共充电设施以及城际公共充电设施为四个主要抓手，对应的乘用车充电保障能力提升子路线图如图 4-2 所示。

在 2021-2025 突破升级期中，要重点补齐三线及以下城市及乡村公共设施覆盖不足的短板，加强小区和单位充电桩配套设施升级改造，推动“停车充电一体化”的共享模式实现初步应用，针对城市公共充电设施和城际公共充电设施在 2~3C 及以上快充技术问题上取得初步进展，在重点区域初步覆盖。

在 2026-2030 提升推广期中，在基本实现小区固定车位电力覆盖的同时，进一步发展小区与单位充电设施的“停车充电一体化”的共享模式，实现 3C 及以上公共快充网络对城乡区域与高速公路的基本覆盖。

在 2031-2035 加速普及期中，实现小区固定车位安装条件 100%全面覆盖，小区及单位“停车充电一体化”智能共享充电模式全面普及，实现 3C 及以上快充实现各应用场景下的全面覆盖。



图4-2 乘用车充电保障能力提升子路线图

4.2.2. 商用车充电保障能力提升子路线图设计

根据趋势研判以及情景分析，未来商用车充电保障能力需要以城市客/货运公共快充/换网络、城际客/货运公共快充网络、各领域客/货运专用设施为三个主要抓手，对应的商用车充电保障能力提升子路线图如图4-3所示。

在2021-2025突破升级期中，推动轻型客/货运公共快充体系有效融入城市轻型车公共快充和物流设施体系，打造中重型客/货运充换电设施“示范城市”、“示范城

市群”与“示范线路”，推动客/货运专用设施的自建模式示范与推广。

在 2026-2030 提升推广期中，努力实现轻型客/货运公共快充网络全国基本覆盖，推动中重型客/货运快充体系实现重点区域覆盖和全国推广，实现商用车充换电设施自建模式广泛推广应用。

在 2031-2035 加速普及期中，通过快充体系全国覆盖，实现轻型客/货运公共快充体验与加油相当，中重型客/货运快充体系可有效满足运营需求，商用车自建充换电设施实现全面规范发展。

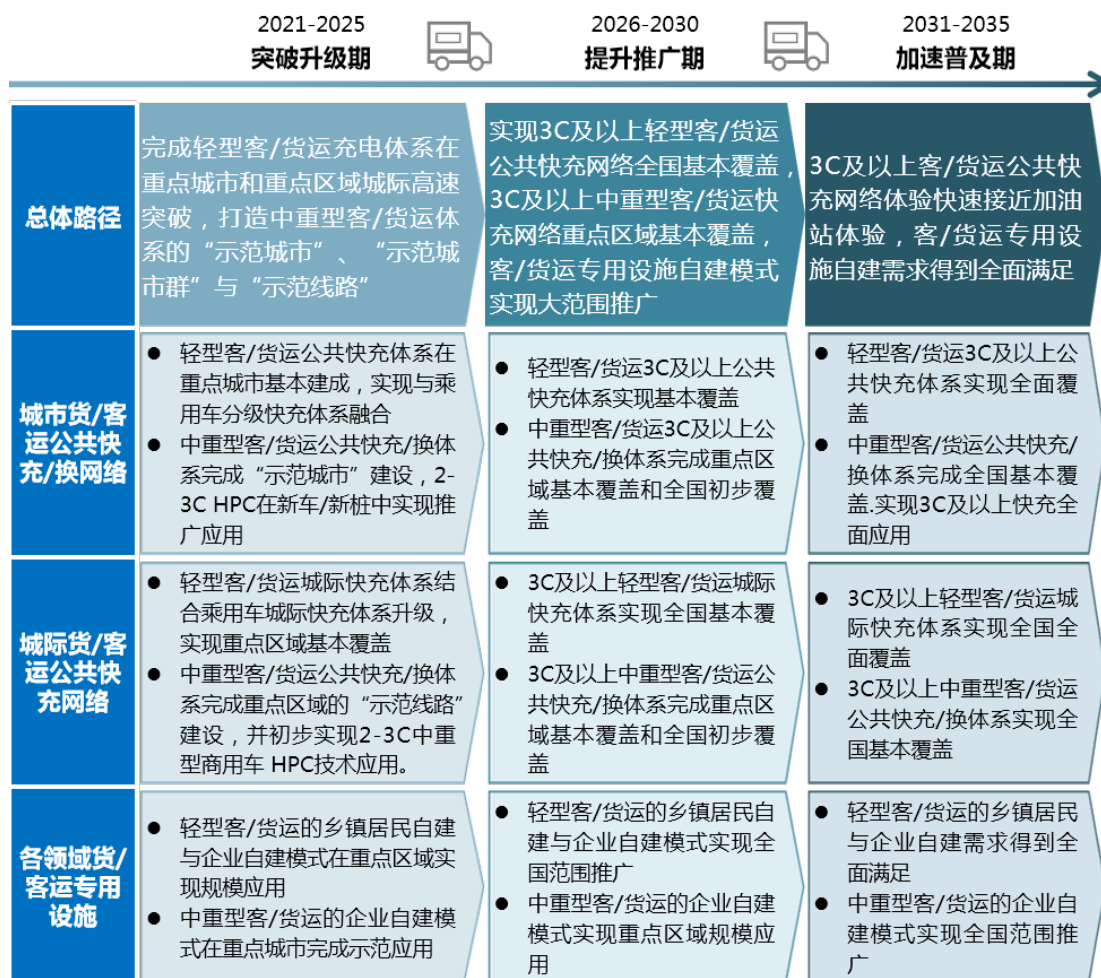


图4-3 商用车充电保障能力提升路线图

4.2.3. 车网互动规模应用的推进子路线图设计

根据趋势研判以及情景分析，车网互动规模应用需要以智能有序充电以及 V2G 为两个主要抓手，车网互动规模应用的推进子路线图如图 4-4 所示。

在 2021-2025 突破升级期中，加快完善小区智能有序充电的相关标准与配套政策机制，探索“电网友好型”充换电场站建设运营模式，实现重点区域应用和参与电力交易试点，在 V2G 方面搭建并验证产业链统一技术架构和标准体系，在重点区域实现商业试点，推动产业链各方推动制定基础设施改造与 V2G 车型量产规划，为大规模 V2G 商业化做充分准备。

在 2026-2030 提升推广期中，实现智能有序充电成为主流建设运营模式，提升电网对大功率快充场站和社区充电桩接入能力，在重点区域实现 V2G 的率先商用，加快 V2G 电网基础设施升级改造，实现在全国范围的初步推广，充电场站和新能源汽车用户全面参与电力现货、绿电交易和辅助服务市场交易。

在 2031-2035 加速普及期中，实现智能有序充电在大功率公共充电场站、自建专用场站、小区和单位充电场景下的全面覆盖，V2G 实现居民区等商用场景的规模覆盖，完成外部的煤电替代，成为“双碳”目标的重要支撑。



图4-4 车网协同规模应用的推进子线路图

4.3. “十四五”充电基础设施政策建议研究

4.3.1. “十四五”充电基础设施政策总体框架研究

“十四五”期间，考虑到不同类型充电基础设施的功能定位以及发展阶段差异，应针对不同类型充电设施和应

用领域制定差异化的政策体系，实现分类施策，统筹推进充电基础设施的高质量发展。

——居民区与单位充电桩适用“加快普及型”政策体系。情景分析与路线图研究显示，居民区与单位充电桩布局是提升“十四五”期间新能源汽车市场渗透率的关键，也是中长期实现新能源汽车规模化发展以及促进 V2G 规模商用的重要基础前提。因此，建议我国政府在“十四五”期间将居民区和单位充电桩建设作为提升市场规模的核心抓手，制定“加快普及型”政策体系，明确考核指标和进度要求，推进充电桩在居民区和单位的全面普及。力争通过加快普及型政策的有效推动，基本实现居民区和单位固定车位的电气化覆盖，具备充电桩“应接尽接”的条件；基本实现公共车位按需配建共享充电桩，为小区和单位公共车位用户提供“共享高效”的充电服务。

——对于轻型车辆公共快充网络适用“全面提升型”的政策体系。情景分析与路线图研究显示，轻型车辆公共快充网络在“十四五”期间是实现 3C 及以上大功率快充导入，推动充电速度升级换代的关键阶段，也是实现公共快充网络从重点城市和区域向全国范围延伸的关键时期。因此，建议我国政府在“十四五”期间将轻型车公共快充网络作为推动行业技术升级换代的关键领域，制定“全面提升型”政策体系，统筹推进新一代大功率快充网络规划布局和既有设备的升级改造，推进我国快充网络实现充电速度与覆盖率的全面提升。力争通过对低线城市的

覆盖和补足乡镇的短板，加强财政补贴支撑，制定电力与停车场地规划，实现快充网络全面提速，更好兼顾覆盖轻型商用车的需求。

——对于中重型客/货运充换电设施适用“试点突破型”政策体系。情景分析与路线图研究显示，中重型客/货运充换电体系在“十四五”期间是实现技术升级改造的重要阶段，也是实现充换电体系在重点区域与城市试点示范的关键时期。因此，建议我国政府在“十四五”期间加强中重型客/货运充换电体系试点示范工作力度，围绕试点示范制定配套政策措施，开展中重型客/货运示范城市、示范城市群和高速示范线路建设，形成示范城市、城市群建设的协同机制，加强财政投资补贴与财税支持，强化电力资源与场地资源保障。完成重点区域和重点路线试点验证，形成可复制的中重型货运车辆配套充电基础设施建设运营模式。

——对于车网互动体系建设，适用“夯实基础型”的政策体系。情景分析与路线图研究显示，“十四五”是推动智能有序充电应用，突破小区与大功率充电场站容量瓶颈的关键阶段；也是推动 V2G 规模商用的重要准备期。因此，建议我国政府在“十四五”期间加强智能有序充电和 V2G 标准体系以及试验测试体系建设，组建国家级推进平台，促进产业链各方建立协作机制，推动电网企业、整车企业、电动汽车聚合商以及电池等关键零部件企业开展联合技术攻关、标准化、测试验证与试点示范工

作。力争通过政策推动，在“十四五”期间基本完成 V2G 各项准备工作，智能有序用电实现初步规模应用，为车网互动的大规模商业应用夯实基础。

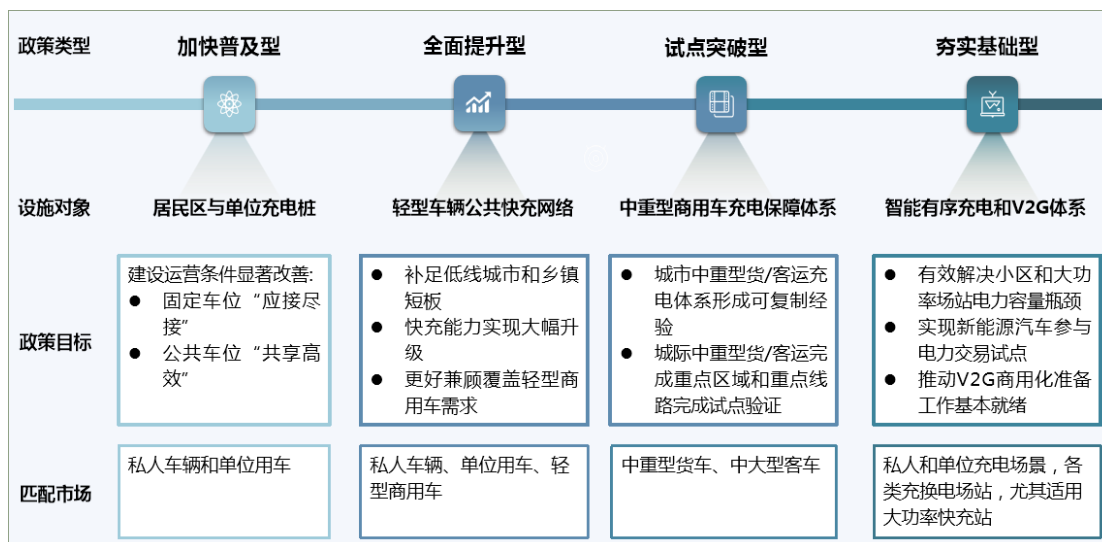


图4-5 “十四五”充电基础设施分类施策总体研究框架

4.3.2. 居民区与单位充电桩“加快普及型”政策建议

在居民区与单位充电桩方面执行“加快普及型”政策建议中，涉及到6个关键环节。首先要明确小区和单位充电桩的配套设施建设标准，明确可落地的实施计划目标，起到政策引领作用；第二，强化责任的落实与考核激励，有效压实相关主体责任和调动各方积极性；第三，在投资和财税政策上要加强保障能力；第四，在配套电力和停车秩序方面出台针对性的保障政策；第五，通过鼓励新模式的推广应用，提高资源利用效率；最后，同步加强居民区域充电桩安全与质量的监督。具体方面如下：

（一）对建设标准和实施计划环节的政策建议

一是新建小区应进一步明确固定车位 100%配建比例的要求，原则上配建设施要具备“直接装表条件”，电力线路和管线桥架等供电设施应确保所有车位均可具备直接报装接电需求。

二是存量小区明确固定车位充电桩电源接入点预留比例等标准，支持非电网直供电小区的充电桩供电统一纳入电网直供范围，明确“十四五”末存量小区改造目标和实施计划。

三是研究完善小区和单位公共车位的最低配建比例标准，保障公共充电车位资源供给。

四是优化完善小区车位充电桩配建方式和标准要求，避免单车位对应用地面积和投资相比燃油车位产生显著增加。

五是研究完善计量标准，探索由电网企业提供第三方独立计量服务等方式以支持电网互动以及用能权、碳排放权独立核算等需求。

（二）责任落实与考核激励

一是将当地小区固定车位“直接装表接电”条件覆盖率和小区公共车位“共享桩”占比等指标纳入地方充电设施、电力、住建和街道/乡镇部门考核体系。

二是将小区和单位公共充电桩建设使用情况纳入小区物业和企事业单位的节能减排工作考核和激励范围，纳入相关主管部门考核指标。

（三）投资保障与财税支持

一是形成电网企业开展存量小区电源接入点增容改造的电价疏导和财政支持政策，提升电网企业积极性。

二是完善非电网直供电小区的电源接入点增容改造的投资保障机制，给予财政专项补贴或推动纳入电网直供范围。

三是允许开发商合理向新建小区用户收取充电桩配套投资费用，完善收费机制。

（四）电力和停车秩序

一是地方主管部门编制居民区和单位充电桩增容改造、“抄表到户”的实施计划，纳入配电网规划和电网企业建设计划。

二是推动将小区公共充电用电设施纳入电网直供电范围，统一享受居民电价优惠。

三是研究制定小区公共充电车位违停处罚机制，允许管理运营单位合理取证和收取超时占位停放费用。

（五）鼓励新型模式应用推广

一是鼓励采用固定车位“统建统营”智能有序充电统一规划建设和运营管理新模式，降低增容改造投资压力，提升电网接入能力。

二是鼓励小区公共充电车位的“停车充电一体化”智能管理模式，通过“提前预约和限时停放”实现“多车一桩”，减少额外占地和避免激化停车矛盾。

三是打造固定车位“统建统营智能有序充电”、公共车位“停车充电一体化预约共享”的示范小区，给予峰

谷电价、价格机制和财政补贴等专项支持政策。

（六）安全与质量监督

一是加快明确消防标准、改造，将小区充电桩消防改造投入统一纳入小区充电桩改造支持范围。完善消防管理要求和监督。

二是将小区和单位公共充电设施纳入政府监管平台，建立服务质量监督考核体系。

4.3.3. 轻型车辆公共快充“全面提升型”政策建议

在轻型车辆公共快充方面执行“全面提升型”政策建议中，涉及到6个关键环节。首先要针对轻型车辆公共快充建立适当的规划引导约束，引领建设标准；第二落实与充电设施相关各部门的责任，设计相关考核激励机制；第三，根据规划内容，对充电保障型公共网络加大投资和财税力度；第四，结合充电设施网络布局，在配套电力和停车秩序方面出台针对性的保障政策；第五，通过鼓励新模式的推广应用，鼓励建设电网友好型智能有序公共快充充电场站；最后，同步完善公共充电场站消防安全与质量监督。具体方面如下：

（一）规划引导约束和建设标准引领

一是建立地市级轻型车辆公共快充网络布局规划体系，实现街道、乡镇一级的详细规划布局，明确建设规模、时序、停车和用地需求、充电容量等关键指标。

二是在城乡公共快充网络规划布局基础上，形成大

功率快充以及轻型商用车快充网络子规划，实现大功率快充成网，以及对所有轻型车辆有效覆盖。

三是完善城市快充站建设标准，逐步提高大功率快充以及轻型商用车快充车位占比要求。

四是完善城际高速快充站建设标准，按照远期全面电动化规划预留建设面积，建立高速公路快充站服务能力与新能源汽车保有量相衔接的动态提升机制。

五是建立规划引导约束下的年度实施计划以及市场化的项目补贴竞价机制，通过规划与补贴联动，提升规划执行效力和效果，引导行业有序发展和均衡布局。

六是“即充即走型”公共快充网络本质上属于独立占地或占用车位的一类设施，应在对应停车规划和土地利用规划中予以单独考虑，建议作为一类特殊车位或者一类独立公共服务场站予以考虑。

（二）责任落实与考核激励

一是建立充电设施主管部门牵头、相关部门配合参与的轻型车辆公共快充规划工作体系，提升编制质量和执行监督力度。

二是以规划为引导约束，明确大型社会公共停车场、具备条件的加油（加气站）、高速公路服务区产权或经营主体提供城乡和城际公共快充服务的义务和要求，为规划落地提供更多优质资源支撑，集约化利用社会资源。

三是将公共快充覆盖率（含大功率快充和轻型商用车快充车位）、利用率、可用率等作为核心指标，纳入相

关部门和街道基层政府考核要求。

（三）投资保障与财税支持

一是针对规划范围内的高速公路、乡镇、小区公共等保障型设施，给予专项补贴支持政策，对低线城市公共充电设施给予阶段性补贴倾斜，尽快补足公共充电网络布局短板，促进保障型公共充电网络可持续发展。

二是对于存量公共充电设施的大功率化改造给予专项支持，促进快充大功率化转型，提升用户积极性与充电体验。

三是通过规划引导实现合理利用率的地区，应建立补贴退坡机制，避免补贴造成跑马圈地和恶性竞争而造成的补贴依赖或由于补贴退坡引起市场价格大幅波动。

（四）电力和停车秩序保障

一是结合充电设施网络布局规划，由电网企业制定相应配套电网升级改造计划，并为公共快充运营企业开展选址等前期工作提供优质咨询服务。

二是研究非电网直供电方式的公共快充设施，探索由电网企业提供独立计量服务的模式，与电网直供电设施享受同等电价政策。

三是研究制定公共快充车位违停处罚机制，允许管理运营单位合理取证和收取超时占位停放费用。

四是支持针对大功率快充车位建立专门管理机制，如建立与充电功率挂钩的服务时长费等方式，避免小功率车辆未经允许占用大功率充电车位。

（五）鼓励新型模式应用推广

一是鼓励建设“电网友好型”的智能有序公共快充充电场站，可根据上级电源容量动态确定场站最大输出功率，并参与电力市场交易。

二是鼓励结合自动泊车等试点，结合智能泊车停车场开展自动充电等试点，加强技术研发与标准化衔接工作。

（六）安全与质量监督

一是完善公共快充场站消防标准（尤其是考虑与储能站和加油站结合的站点类型），完善消防管理要求和监督。

二是实现政府监管平台对公共快充设施的全覆盖，建立故障桩惩罚与僵尸桩回收退出机制，健全计量监督机制，实现全过程质量闭环管理。

4.3.4. 中重型客/货运充换电“试点突破型”政策建议

在中重型客/货运充换电体系方面执行“试点突破型”政策建议中，涉及到6个关键环节。首先要开展中重型客/货运示范城市、示范城市群和高速示范线路建设；第二强化示范城市、城市群建设协同机制，总结中重型车辆充电场站的试点经验；第三，加强示范城市和城市群投资保障与财税支持，提高补贴利用效率；第四，加强示范城市和城市群的电力和场地保障，落实相应的配套电网改造计划；第五，鼓励建设“电网友好型”货运快充网络，

结合作业场景探索出新型模式；最后，完善中重卡充电场站消费安全与质量监督。具体方面如下：

（一）开展中重型客/货运示范城市、示范城市群和高速示范线路建设

一是围绕京津冀、长三角、珠三角打造中重型客/货运示范城市、示范城市群和城际高速快充示范线路。

二是结合试点城市建设，围绕日均行驶里程 200 公里以内的城市中重型客/货运需求，开展城市内部中重型货运公共快充（换）网络规划，力争 2025 年城市中重型商用车典型应用场景实现较高比例的电动化。支持试点城市中重型客货运企业自建充换电设施，纳入城市中重型货运充换电保障体系规划。

三是结合试点城市群和试点线路建设，选择客/货运量占比高，里程在 200~600 公里之内的重点城际高速线路，结合各城市物流园区/中心以及社会公共货运停车场等基础设施，规划货运城际高速示范线路和城市联络点建设，实现城市群之间的中重型货运快充网络的互联互通。

（二）强化示范城市、城市群建设协同机制

一是建立试点城市和试点城市群的中重型商用车充换电体系规划和实施工作体系。

二是明确中重型车辆运营管理部门、物流设施、货运停车设施、客运管理部门和充电设施主管部门协同机制，联合确定车辆电动化更新推广应用计划以及配套中重型充换电设施建设规划，组织车辆运营方、物流和货运停

车设施方、客运企业、充换电设施建设运营方签订有约束力的试点合作协议。

三是在试点城市群和试点高速线路，发挥国家相关主管部门牵头组织协调作用，建立跨省份/跨城市的部门协作机制，签订跨省区/跨城市高速公路企业、电网企业、物流园区、物流运输企业等试点合作协议。

四是强化试点项目应用车型的集中采购和招投标，避免地方保护，促进车辆供给侧加速转型，加快降低车辆成本。

（三）加强示范城市和城市群投资保障与财税支持

一是研究给予试点城市和城市群中央和地方两级专项财政支持政策，避免采用车辆购置补贴、充换电设施建设补贴等方式，采用给予固定运营期限的基于里程和电量的运营类补贴。

二是注重通过规划引导实现合理利用率与合理价格，建立与利用率挂钩的补贴退坡机制，提高补贴效率，避免补贴对市场的不合理扰动。

（四）加强示范城市和城市群的电力和场地保障

一是加强对高速服务区、物流园区和物流中心、城市货运停车场、城市客运站等设施资源协调力度，根据需要规划独立地块或临时性场地满足试点城市和城市群公共场站建设需求。

二是结合试点城市规划，由电网企业制定相应配套电网升级改造计划。

（五）探索新型模式

一是鼓励试点城市中重型货运充电设施监管平台与货运车辆运营监管平台实现城市级和跨城市的互联互通，为货运企业和司机提供更好大数据服务。

二是鼓励建设“电网友好型”的货运快充网站，提升电网接入能力。三是鼓励结合货运自动驾驶作业场景，开展自动充换电等试点和标准化工作。

（六）安全与质量监督

一是完善场站消防标准，完善消防管理要求和监督。

二是实现政府监管平台对中重型货运设施的全覆盖，开展中重型货运质量闭环管理试点。

4.3.5. 车网互动体系“夯实基础型”政策建议

在智能有序充电和 V2G 方面执行“夯实基础型”政策建议中，涉及到 5 个关键环节。首先搭建国家级合作平台与推进工作组，推动车网互动的概念技术以及后续标准化工作；第二加速推进车网互动试验测试体系与标准化体系建设，明确标准化的时间；第三，强化车网互动商用示范的政策支持力度，鼓励电网及相关企业共同努力为“电网友好型”充电场站发展作出贡献；第四，鼓励具备条件的应用场景优先发展，进行分阶段的分领域的有序推进工作；最后，完善车网互动设施通信安全与以及相关政府质量监督制度。具体方面如下：

（一）搭建国家级合作平台与推进工作组

一是借鉴我国推进 5G 采用的 IMT-2020 工作组的有益经验，组建车网互动 - 2025 工作组，支持电网企业联合车企等产业链上下游打造 VGI 国家级创新平台。

二是编制车网互动（含智能有序充电和 V2G）的概念、需求和愿景白皮书，更好凝聚行业共识，明确发展目标。

三是编制车网互动应用场景和技术架构白皮书，引导各方就应用场景和技术方案形成共识。

四是代表中国参与车网互动相关国际标准合作。

五是成立具体相关工作组和协作机制，推进相关技术创新和标准化工作。

（二）加速推进试验测试体系与标准化体系建设

一是由国家车网互动工作组发布我国车网互动测试体系和测试规范。

二是搭建统一的车网互动测试平台和测试环境，为不同技术路线提供统一测试基础。

三是加强车网互动标准化工作体系的顶层设计和跨行业协作，明确标准化时间表，同步推进电网侧、充电设施侧和车辆侧的标准化制定工作。

（三）强化车网互动商用示范的政策支持力度

一是引入“沙盒监管”机制，对于国家和地方政府示范项目在一定范围内给予特殊监管政策，允许智能有序充电和 V2G 示范项目在一定范围和规模内探索以聚合方式

参与电力现货、绿色电力和辅助服务市场交易机制，探索更灵活的分时电价等电价机制，有效验证车网互动市场潜力。

二是支持电网企业和第三方企业探索智能有序充电商业模式，鼓励探索电网企业直接提供或通过第三方提供智能有序充电服务等不同模式，形成适合国情的标准化规范建设运营模式，支持具备条件的试点区域率先禁止无序桩零散报装模式。

三是研究制定“电网友好型”智能有序充电场站制定合理的“降负荷”辅助服务的补偿与疏导机制，形成公平可持续的发展机制。

四是对以“统建统营”等模式开展小区智能有序充电运营示范的企业，制定一定时期内的补贴机制，使用户充电成本低于当前无序报装模式，提高用户积极性。针对V2G示范项目初期由于V2G充电桩设备造价和运营成本相对较高，结合现货市场差价和运行特点，制定合理建设与运营补贴标准，保障示范项目投资方合理回报。

五是将电网企业针对V2G开展的电网基础设施升级改造纳入示范项目支持范围，给予专项财政支持或纳入电价疏导。

（四）鼓励具备条件的应用场景优先发展

一是在通过示范充分验证的前提下，针对小区智能有序充电桩、智能有序充电场站等应用条件较好的场景，优先明确具体业务规则以及监管要求，在合适区域率先推

广应用，促进车网互动分领域分阶段有序推进。

（五）安全与质量监督

一是完善车网互动信息安全标准，加强信息安全管理

和监督。

二是将车网互动设施纳入政府监管平台，建立对车网互动服务商的服务质量监督体系。

第五章 结论与建议

5.1. 主要结论

报告对我国充电基础设施“十三五”发展情况进行了综合评估，对发展成绩和存在问题进行了系统总结。同时，基于外部环境分析，研究提出了充电基础设施未来功能定位，并分析总结了未来充电基础设施的三大发展趋势。进一步研究提出了充电基础设施情景建模方法，开发了BAU情景、政策目标情景和加速变革场景的分析模型，实现了充电基础设施对于新能源汽车产业的影响的量化评估。最后，报告研究提出了我国充电基础设施路线图设计方案以及“十四五”阶段的政策措施建议。

报告形成主要结论如下：

（1）我国充电基础设施建设在“十三五”期间总体实现了预期政策目标，但也存在公共充电设施区域发展不平衡、社区充电难问题较突出、中重型货运电动化的充换电保障体系尚待建立等问题。

（2）我国充电基础设施行业监管体系、保障体系与创新体系建设也取得显著进展，但距离行业高质量发展要求仍有显著差距，主要体现为：一是行业统计体系仍不健全，对决策支撑能力不足；二是缺乏有效的规划引导约束机制，存在无序发展苗头；三是补贴机制较为简单粗放，

缺乏针对高速公路和县域等保障型设施的专项支持政策；四是政府监管平台覆盖不足且监管支撑能力发挥不够；五是对大功率快充、车网互动等颠覆性技术创新的统筹协调推动力度不足；六是对公益性和保障型设施的政府与社会资本合作机制探索不足；七是对小区和单位内部有序充电和智能共享运营模式支持力度不够；八是对车网互动配套电网基础设施改造和电力交易机制的试点和推动力度不足。

（3）未来充电基础设施核心功能定位是支撑新能源汽车的规模化和低碳化发展，根据停车属性不同可分为“即充（换）即走型”和“停－充复合型”两类设施，其功能定位与关键要素也有明显差异。未来充电基础设施将呈现三大趋势：一是“即充（换）即走型”设施补能快速化，其功能定位相当于新能源汽车的 5G 移动网络。二是“停－充复合型”设施普及化与智能化，其功能定位相当于新能源汽车的固网 WIFI。三是车网协同试点突破与规模商用化，其功能定位是构建新能源汽车的“净负碳排放”平台。

（4）充电基础设施情景模型的量化评估结果显示，若不能有效突破当前充电瓶颈，我国将无法完成国家新能源汽车产业的规模化目标。BAU 场景下我国新能源汽车销量渗透率到 2025 年仅能达到 16%，难以实现国家规划提出的 20%渗透率目标；到 2030 年和 2035 年也仅能够达到 28%和 36%，难以实现全面电动化的发展目标。政策

目标场景测算结果则显示，如果能够通过政策有效推动大功率快充导入和提升社区和单位充电桩安装率，渗透率到 2025 年可以达到 24%，我国完全可以达到甚至超额完成国家新能源汽车产业的规模化目标，到 2030 年渗透率可以达到 58%，新能源汽车逐步成为市场主流。

（5）充电基础设施发展尤其是 V2G 的导入对于新能源汽车发展同时也会产生显著道路交通领域的碳减排进程和整体减排效果。BAU 场景下，道路交通领域的碳达峰时间为 2029 年，且达峰后总排放水平长期维持在 10 亿吨以上的水平。政策目标场景和加速变革场景的达峰时间为 2027 年和 2026 年，并且达峰后总排放呈现较快下降趋势，到 2035 年能够将道路交通总排放控制在 8 亿吨左右。若能够在 2025 年左右开始具备 V2G 规模商用条件，政策目标场景分析结果显示，到 2035 年我国 V2G 车辆在私家车总保有量中占比将接近一半，每年通过“绿电储能”替代煤电规模的潜力达到 770 亿 kWh/年，每年的“外部煤电替代减排效益”可以达到 8.3 亿吨。

（6）我国充电基础设施总体路线图可分为三个阶段。其中“十四五”是我国充电基础设施突破关键瓶颈，实现创新突破和体系升级的关键阶段，这期间需要实现 3C 及以上快充的高效导入，大力提升社区和单位充电桩安装率水平，推动中重型货运的试点城市和试点区域建设，并积极做好车网互动规模商用的各项准备工作。在“十四五”取得突破升级基础上，在“十五五”将进入提

升推广期，重点做好各项创新技术、创新模式的全国范围推广，支撑新能源汽车渗透率超过 50%。在“十六五”将进入全面普及期，届时充电基础设施实现全国范围广泛覆盖，充电体验总体将超越加油体验，车网互动实现大规模商用并对可再生能源消纳起到重要支撑作用。

(7) “十四五”期间应针对不同类型充电基础设施的功能定位以及发展阶段差异，制定差异化的政策体系，实现分类施策，统筹推进充电基础设施的高质量发展。其中，对于居民区与单位充电桩适用“加快普及型”政策体系，明确考核指标和进度要求，推进充电桩在居民区和单位的全面普及。对于轻型车辆公共快充网络适用“全面提升型”的政策体系，统筹推进新一代大功率快充网络规划布局 and 既有设备的升级改造，推进我国快充网络实现充电速度与覆盖率的全面提升。对于中重型客/货运充换电设施适用“试点突破型”政策体系，开展中重型客/货运示范城市、示范城市群和高速示范线路建设，形成示范城市、城市群建设的协同机制，形成可复制的中重型货运车辆配套充电基础设施建设运营模式。对于车网互动体系建设，适用“夯实基础型”的政策体系，加强智能有序充电和 V2G 标准体系以及试验测试体系建设，组建国家级推进平台，促进产业链各方建立协作机制，力争通过政策推动，在“十四五”期间基本完成 V2G 各项准备工作。

5.2. 下一步研究工作建议

(1) 进一步选择京津冀、长三角、珠三角、海南省等重点区域的省市开展充电基础设施中长期规划与“十四五”政策措施研究，推动项目成果在地方政府层面有效应用和落地，更有效发挥本项目成果的决策支撑作用。

(2) 深化中重型客/货运领域的充电体系研究，结合重点区域和城市开展“十四五”中重型货运电动化“示范城市”、“示范城市群”和“示范线路”的配套充电基础设施实施方案研究。

(3) 深化 V2G 规模商用的实施路径与推进方案研究，提出适合我国的 V2G 发展愿景、场景需求，分析制约 V2G 商用的关键障碍，提出解决思路 and 措施，为我国制定 V2G 规划目标与配套政策提供参考。

主要参考文献

- [1]. 国务院办公厅.关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见.2015-10-9.http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-10/09/content_10214.htm
- [2]. 国家能源局.电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020 年）.http://www.nea.gov.cn/2015-11/18/c_134828653.htm
- [3]. 国务院办公厅.新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）.2020 年 10 月 20 日.http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm
- [4]. 国家统计局.国家数据.<https://data.stats.gov.cn/index.htm>
- [5]. 中国充电联盟.信息发布 | 2020 年 12 月全国电动汽车充换电基础设施运行情况
- [6]. 国家电网.百万充电桩入网 绿色出行更便捷.国网电网微信公众号.2020-12-7
- [7]. 上海充换电设施公共服务市级平台.2020 年度上海充换电设施公共数据采集与监测市级平台大数据年报
- [8]. 刘志强.停车场建设需要再发力（深度观察）.人民日报.2020 年 07 月 08 日第 18 版
- [9]. Electrify America Opens 600 Public Ultra-Fast Electric Vehicle Charging Stations in Less Than Three Years.来源:<https://media.electrifyamerica.com/en-us/releases/137>
- [10]. Ioniq.It's getting easier to be green.2020-12-16.来源:<https://ioniq.eu/en/>
- [11]. 来源:<https://twitter.com/TeslaCharging>.2021-5-8
- [12]. 全球能源互联网发展合作组织.中国 2030 年能源电力发展规划研究及 2060 年展望
- [13]. 潘自强,姜子英.核电是现阶段最好的低碳能源[J].中国环境报,2014,10
- [14]. IEA.《Global EV Outlook 2020》
- [15]. European Commission. CO₂ emission performance standards for cars and vans (2020 onwards) [Online].Available: https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/vehicles/regulation_en. [Accessed: 20 March 2021].
- [16]. 来源:<https://www.reuters.com/article/us-usa-autos-taxes-idUSKCN2D809J>
- [17]. California Code of Regulations Zero-Emission Vehicle Standards for 2018[Online].Available: [https://govt.westlaw.com/calregs/Document/I505CA51BB0AD454499B57FC8B03D7856?viewType=FullText&originationContext=documenttoc&transitionType=CategoryPageItem&contextData=\(sc.Default\)](https://govt.westlaw.com/calregs/Document/I505CA51BB0AD454499B57FC8B03D7856?viewType=FullText&originationContext=documenttoc&transitionType=CategoryPageItem&contextData=(sc.Default)). [Accessed: 20 March 2021].
- [18]. ZEV Collaboration California ZEV Action Plan[Online].Available: <https://ww2.arb.ca.gov/zev-collaboration>. [Accessed: 20 March 2021].
- [19]. Governor Newsom Announces California Will Phase Out Gasoline-Powered Cars &

- Drastically Reduce Demand for Fossil Fuel in California's Fight Against Climate Change[Online].Available:<https://www.gov.ca.gov/2020/09/23/governor-newsom-announces-california-will-phase-out-gasoline-powered-cars-drastically-reduce-demand-for-fossil-fuel-in-californias-fight-against-climate-change/>. [Accessed: 20 March 2021].
- [20]. The council has set a new fuel economy standard for passenger cars. [Online].JAPAN 2030 FUEL ECONOMY STANDARDS,ICCT POLICY UPDATES,SEPTEMBER 20 19 [Online].Available:https://theicct.org/sites/default/files/publications/Japan_2030_fuel_standard_update_20191007.pdf. [Accessed: 20 March 2021].
- [21]. Available:https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha10_hh_000215.html. [Accessed: 20 March 2021].
- [22]. 韩国国土交通省.构建未来汽车友好型社会体系和产业生态系统.https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084682
- [23]. 中国汽车工程学会.节能与新能源汽车技术路线图 2.0 (2020) [R].北京:机械工业出版社,2020.12
- [24]. 来源:<https://wenku.baidu.com/view/0e677c7329ea81c758f5f61fb7360b4c2f3f2adb.html>
- [25]. 大众集团.2020 年年度报告.<https://annualreport2020.volkswagenag.com/to-our-shareholders/letter-to-our-shareholders.html>
- [26]. Here Are Some Specs On The Toyota e-TNGA Platform For BEVs. InsideEVs. Retrieved 24 April 2021.来源:<https://insideevs.com/news/377578/specs-toyota-e-tnga-platform-bevs/>
- [27]. Kane, Mark (7 June 2019). "Toyota Goes Electric Starting In 2020: Announces Massive EV Offensive". InsideEVs. US. Retrieved 9 June 2019.来源:<https://insideevs.com/news/353600/toyota-six-global-bevs/>
- [28]. Toyota announces its new BEV series, Toyota bZ, in establishment of a full line-up of electrified vehicles(Press release). Toyota. Retrieved 24 April 2021.来源:<https://global.toyota/en/newsroom/toyota/35083987.html>
- [29]. 新浪汽车原创.EVA 纯电平台首款即旗舰 奔驰 EQS 正式发布.<https://auto.sina.com.cn/newcar/2021-04-16/detail-ikmyaawa9889084.shtml>
- [30]. Ambition 2039: Our path to CO₂-neutrality.来源:<https://www.daimler.com/sustainability/climate/ambition-2039-our-path-to-co2-neutrality.html>
- [31]. 东方证券.新能源汽车产业链行业深度报告——细研双积分：为什么 2025 年电动车渗透率目标是 20%.2020 年 10 月 27 日
- [32]. 欧阳明高.面向碳中和的新能源汽车创新与发展.第七届中国电动汽车百人会论坛.2021
- [33]. The Tesla Team.Introducing V3 Supercharging.<https://www.tesla.com/blog/introducing>

- g-v3-supercharging.2019-03-06
- [34]. World premiere of the Porsche Taycan: Sports car, sustainably redesigned.<https://newroom.porsche.com/en/2019/products/porsche-taycan-world-premiere-live-all-electric-sports-car-18445.html>.2019-09-04
- [35]. 第一电动网.NE 时代.华为重磅发布 AI 闪充动力域全栈高压平台解决方案, 实现安全“真”快充.<https://www.d1ev.com/kol/144810>
- [36]. 国家电网报.全国最大规模工业园区车网互动 V2G 项目正式投运.2021-04-14.<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1696995260207524981&wfr=spider&for=pc>
- [37]. California Energy Commission.Vehicle-to-Grid Testing and Demonstration.2018-10
- [38]. 京中交兴路信息科技有限公司.长安大学.2019 中国公路货运大数据报告.2019 年
- [39]. 中国新能源汽车产业发展报告 (2020) [R].北京:社会科学文献出版社,2020
- [40]. 中国新能源汽车大数据研究报告 (2020) [R].北京:机械工业出版社,2020
- [41]. 联合国经济和社会事务部 .2019 年世界人口展望.2019.<https://population.un.org/wpp/>
- [42]. OECD.The Long View: Scenarios for the world economy to 2060.<https://www.oecd.org/economy/growth/scenarios-for-the-world-economy-to-2060.htm>
- [43]. 王庆一.2020 年能源数据.能源基金会 2021-04-30.<https://www.efchina.org/Reports-zh/report-lceg-20210430-3-zh>
- [44]. 能源与交通创新中心.2014-2018 中国商用车油耗发展研究报告.2020
- [45]. 中电联电力发展研究院.中国电气化发展报告 2019.2020 年 5 月