

第 1 章 绪论

1.1 研究背景与研究问题

1.1.1 研究背景

1. 新能源汽车发展的重要性及其发展前景

截至 2023 年，我国燃油汽车保有量已突破 3 亿辆^①。伴随燃油汽车保有量高速增长的是日益严重的环境污染与石油资源短缺问题。2022 年，汽车排气排放物中的挥发性有机物、氮氧化物等移动污染源对于空气中 PM2.5 污染物的贡献已达 30% ~ 57%^②；燃油汽车对石油的巨大消耗也迫使我国的石油对外依存度高达 71%，远超 50% 的国际警戒线^③。新能源汽车凭借其电力驱动的优点，成为缓解上述问题的有效解决方案。美国最大的金融服务机构摩根大通认为，新能源汽车将会迅速普及，并且撼动传统燃油汽车的地位，引领汽车行业的未来。与此同时，汽车领域的技术变革也将为我国产业经济转型升级带来重大机遇。一方面，新能源汽车时代的到来为我国汽车企业提供了一个实现技术跨越、重新抢占市场的空前机会；另一方面，新能源汽车实现了汽车反向电网输电（vehicle-to-grid, V2G）的电网调节模式，成为我国调整能源结构的重要辅助。因此，新能源汽车的发展不仅是汽车行业的技术革新，同时也是关乎国家产业经济发展的重要战略举措。

各国政府为加快新能源汽车的推广普及均投入了大量资金。近十年，美国政府前后投入数千亿美元用于新能源汽车研发及基础设施建设；各州政府亦拨款实施相关推广政策。英国政府也投入了数十亿英镑，用于新能源汽车的技术研发、

① 资料来源：中国政府网，https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202401/content_6925362.htm。

② 资料来源：《2022 年中国神态环境统计年报》；《中国移动源环境管理年报（2023 年）》。

③ 资料来源：国家统计局公布数据，https://www.stats.gov.cn/xxgk/sjfb/zxfb2020/202301/t20230117_1892128.html。

购车补贴和充电设施建设等方面。作为汽车强国的德国在“欧洲复苏计划”中拨款 500 亿欧元用于建设相关基础设施和实施新能源汽车购车补贴等推广政策。俄罗斯则计划在 2030 年前投资 5 110 亿卢布促进新能源汽车的发展，并每年拨款 650 亿卢布用于自动驾驶等方面的技术研发。亚洲地区，新能源汽车在中日两国受到了政府的极大重视，日本政府斥资数千亿日元用于动力电池技术研发和补贴政策的实施。我国也大力地发展新能源汽车产业，在“863”计划“电动汽车”重大科技专项、《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》等重要战略规划中明确指出新能源汽车产业的重要战略地位及未来发展方向，为其发展创造了良好的政策环境（见表 1-1）。此外，我国也在“十二五”及“十三五”期间前后投入 2 000 亿元人民币用于技术研发、设施配套、激励政策等相关推广工作的开展。

在重大现实需求与各国政府的大力支持下，新能源汽车市场具有巨大的发展空间。随着技术水平的提高，新能源汽车逐渐进入汽车市场并正式投入使用。根据 International Energy Agency（IEA）的报告指出，截至 2022 年全球新能源汽车的渗透率已接近 14%，总销量将在 2025 年超过 2 000 万辆，在 2030 年超过 4 000 万辆^①。因此，从长远看来，目前新能源汽车市场仍处于发展阶段，后续发展潜力巨大。

表 1-1 我国新能源汽车推广的相关政策规划

年份	政策规划	主要内容
2001	“863”计划“电动汽车”重大科技专项	首次确定了电动汽车在汽车行业发展中的重要战略地位
2005	“863”计划“节能与新能源汽车”重大项目	设立北京、天津、武汉等 6 个新能源汽车示范城市
2006	新消费税政策	早期关于混合动力汽车的税费优惠政策
2007	《新能源汽车生产准入管理规则》	对新能源汽车企业的生产条件、资质制定了具体规则
2009	“十城千辆”工程 国家贷款贴息支持 《关于开展节能与新能源汽车示范推广试点工作的通知（财建〔2009〕6 号）》	2009—2011 年，每年在十座城市的公共交通、专用乘用车领域推广 1 000 辆新能源汽车；落实城市、企业层面新能源汽车的财政补贴
2010	《关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知》	开展个人层面的新能源汽车财政补贴

① 资料来源：<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>。

续表

年份	政策规划	主要内容
2012	《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020 年）》	投入 1 000 亿元进行新能源汽车推广，并明确了纯电动汽车在新能源汽车产业中的重要战略地位
2014	《关于加快新能源汽车推广应用的指导意见》 《关于免征新能源汽车车辆购置税的公告》	从基础设施建设、商业模式创新等方面落实具体的新能源汽车推广方案；免除新能源汽车购置税
2015	《国家重点研发计划新能源汽车重点专项实施方案（征求意见稿）》 《汽车动力蓄电池行业规范》 《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》	关注新能源汽车本身及配套技术和设施的发展，计划建立完善的产业链和系统科技体系
	《中国制造 2025》	指出纯电动汽车等新能源汽车、智能互联汽车是我国未来重点发展的方向
2016	《关于 2016—2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》 《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》	进一步落实各类车型的财政补助标准；首次将“互联网+”引入汽车行业发展指导，掀起互联网造车浪潮
	《节能与新能源汽车技术路线图》	给出了节能汽车、纯电动和插电式混合动力汽车、燃料电池汽车、智能网联汽车、汽车制造、动力电池和轻量化的技术路线图，并提出了初步实现汽车产业电动化转型的目标
2017	《汽车产业中长期发展规划》 《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2017）》 《“十三五”节能减排工作方案》	再次强调智能技术与新能源汽车的结合，促进产业转型升级，建设新型产业生态；设立目标，在 2020 年新能源汽车相关产业成为支柱产业
2018	《2018 年能源工作指导意见》	提出对新能源汽车充电设施实行统一标准，并进行建设布局优化，建设智能高效的充电设施体系
	《关于调整完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	进一步调整和完善了新能源汽车的财政补贴方案
2019	《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》	降低新能源汽车的补贴标准，通过优胜劣汰推进产业发展，稳定市场
	《关于支持新能源公交车推广应用的通知》	采取“以奖代补”的形式大力支持新能源公交车的运营

续表

年份	政策规划	主要内容
2020	《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》	提出了2025年与2035年的产业发展远景，深化“三横三纵”研发布局，同时强调了智能化、网联化和轻量化的技术发展方向，着力打造行业的国家战略科技力量
	《节能与新能源汽车技术路线图（2.0版）》	进一步确认“低碳化、信息化、智能化”的汽车技术发展方向，提出了六大面向2035年的产业发展目标
2021	《关于加快建立全绿色低碳循环发展经济体系的指导意见》	推广绿色低碳运输工具，建议城市物流配送、机场港口服务、邮政快递等交通运输领域优先使用新能源汽车
	《关于进一步加强新能源汽车安全体系建设的指导意见》	进一步加强新能源汽车安全的管理，落实企业责任，推动产业的高质量发展
	《2030年前碳达峰行动方案》	推动运输工具的低碳转型，降低燃油汽车产销占比，推动公共交通工具电动化
2022	《关于进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力的实施意见》	完善新能源汽车与电力市场的调度与交易机制
	《开展2022新能源汽车下乡活动》	推动新能源汽车消费和农村绿色出行，助力碳达峰碳中和目标
2023	《关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》	对新能源汽车充电基础设施建设作出具体部署，预期到2030年，基本建成覆盖广泛、规模适度、结构合理、功能完善的高质量充电基础设施体系
	《关于延续和优化新能源汽车车辆购置税减免政策的公告》	延长新能源汽车车辆购置税免征措施至2025年，减半征收措施于2026—2027年实行
2023	《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023版）》 《关于开展智能网联汽车准入和上路通行试点工作的通知》 《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》 《智能汽车基础地图标准体系建设指南（2023版）》	2023年密集出台多项与智能网联汽车相关政策，包括标准体系建设、基础设施建设等方面政策

为了抢占发展先机，国际上的主要汽车企业都在进行新能源汽车相关的规划与部署。作为汽车领先品牌之一的宝马致力于新能源汽车的研发，推出了FAAR前驱平台与CLAR后驱平台，并计划在2025年之前发布12款纯电动汽车车型，并向客户交付超过200万辆新能源汽车。四大汽车生产商之一的大众集团计划在

2025年前推出80款新能源汽车车型，并加大电动汽车电池的采购金额至500亿欧元。美国的福特汽车则不断追加在汽车电气化方面的投资，计划于2025年年底投入超过300亿美元的研发资金，争取在2030年实现其新能源汽车销量达到全球销量40%的目标。同样作为国际知名汽车企业的丰田也逐渐将企业发展重心转移到新能源汽车上，其计划在2026年前推出10款电动汽车车型，并实现每年150万辆的销售目标。我国作为全球最大的汽车市场之一，成了新能源汽车发展的主力市场。根据《汽车产业中长期发展规划》，我国计划在2030年将新能源汽车的产销规模提高到1520万辆以上。为响应国家规划并快速占领市场，比亚迪、北汽、上汽、奇瑞、吉利等国内各大汽车企业纷纷开展了新能源汽车的技术研发，其中比亚迪与北汽集团均计划进入新能源汽车市场的全球前三名。目前比亚迪已基本实现新能源汽车原材料、零部件、整车制造、基础设施、汽车服务的全产业链覆盖；上汽集团则在“十三五”期间投入200亿元的新能源汽车专项资金；奇瑞公司则计划到2025年在新能源汽车方面投资超过1000亿元的研发资金，打造超过300个实验室。除了通过自主研发发展新能源汽车业务，江淮汽车、长城汽车等通过与大众、宝马等国外企业进行合作，并设立研究中心以共同推进新能源汽车的发展。此外，国内亦涌现出一股“互联网造车”的新能源汽车新势力，即利用互联网、物联网技术为汽车提供智能和便捷的电子系统，通过信息通信技术让新能源汽车成为物联网中的重要一环。中国的大型互联网（如百度、阿里巴巴、腾讯）、通信企业（如华为），大型的投资机构、产业基金也纷纷涌入这一新兴领域。“蔚来”“小鹏”“理想汽车”等国内造车新势力已成为目前中国新能源汽车市场的主流品牌。2023年，“蔚来”共交付新能源汽车160 038辆，“小鹏”交付141 601辆，“理想汽车”则交付376 030辆。

2. 全球新能源汽车的发展现状

上述关于新能源汽车的前景预测均基于其在技术研发、产业发展、政策环境等多个方面的发展现状所得到。总体而言，新能源汽车在电池、驱动系统、整车等关键技术上均有重大突破，并基本形成了完备的产业链，产业涵盖整车生产、“三大电”（电池、电机、电控）、“三小电”（电动空调、电动助力转向、电动助力制动）以及电池关键材料等领域。同时，政府为推行新能源汽车的市场发展也颁布了各类具体的推广政策。下面将对新能源汽车在技术、产业、政策三方面的发展现状进行具体分析。

（1）新能源汽车技术发展现状。在安全性能方面，各国政府都对新能源汽车的安全性能设置了多项检验指标，以确保所有上市新能源汽车的安全性。举例而言，欧盟出台了欧洲经济委员会安全法规（Economic Commission of Europe,

ECE)，要求所有上市新能源汽车的各项指标符合该规范的要求；美国对于新能源汽车的安全要求与燃油汽车同等严格，同样使用联邦汽车安全标准（Federal Motor Vehicle Safety Standards, FMVSS）；我国在新能源汽车安全要求上也提出了一套系统规范，涵盖了从新能源汽车整体安全规范（如《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》《电动汽车安全指南》）到其中关键部件的安全要求（如《电动汽车用驱动电机系统 第 1 部分：技术条件》《电动汽车用电池管理系统技术条件》），以及智能网联技术相关规范，如《国家车联网产业标准体系建设指南（智能网联汽车）（2023 版）》《自动驾驶汽车运输安全服务指南（试行）》《智能汽车基础地图标准体系建设指南（2023 版）》。所有新能源汽车都要求通过规范中关于碰撞、充电等上百项检验项目后才能正式上市，可见顾客所能购买的新能源汽车车型都具有很高的安全性。

在汽车性能方面，续航里程是顾客最为关注的性能之一，它得益于电池技术的不断发展与突破有了质的飞跃。目前主流新能源汽车车型的续航里程范围在 300 ~ 700 公里，可以较好地满足城市居民日常交通的使用需求。在动力性能方面，目前主流新能源汽车车型的最高车速集中于 130 ~ 180km/h 的水平，与一般燃油汽车 150 ~ 180km/h 的最高时速较为接近，而且都已超过大部分国家和地区高速路的最高限速，能够满足正常的驾车需求。在加速性能方面，新能源汽车，尤其是电动汽车，得益于电动驱动系统特点和电机性能优势，百公里加速度一般能达到 3 ~ 6 秒；部分车型，如特斯拉 Model S Plaid 的 1.99 秒、极氪 001（FR 版）的 2.02 秒等在燃油汽车中也属于超级跑车的水平。表 1-2 展示了国内外品牌新能源汽车（电动汽车为主）主流车型的续航里程、动力性能及对应售价。

表 1-2 国内外主流新能源汽车车型的续航里程、动力性能及对应售价

车 型	续航里程 (km)	最高车速 (km/h)	百公里加速时间 (s)	充电时间（快 充 / 慢充, h）	售价 (万元)
比亚迪海豚（自由版）	420	150	3.9（0 ~ 50km/h 加速时间）	约 0.5/ 约 7.5	11.28
比亚迪汉 EV（715km 旗 舰版）	715	130	7.9	约 0.5/ 约 14	21.98
广汽 Aion S 魅	480	160	6.8	约 0.75/ 约 10	14.68
极氪 001（ME 版）	705	240	3.3	约 0.5/ 约 16.7	26.9
蔚来 ET5（长续航版）	680	200	4	约 0.8/—	35.6
小鹏 P7	586	170	6.4	约 0.5/6.5	23.99

续表

车 型	续航里程 (km)	最高车速 (km/h)	百公里加速时间 (s)	充电时间 (快 充 / 慢充, h)	售价 (万元)
问界 M5 (纯电后驱智 驾版)	602	200	7.1	约 0.5/ 约 10.5	28.98
五菱 Air EV 晴空 (四座标 准版)	300	100	4.8 (0 ~ 50km/h 加速时间)	约 0.75/ 约 8	6.68
特斯拉 Model Y (高性 能版)	615	250	3.7	约 0.5/ 约 10	36.89
宝马 i3 (eDrive35L)	526	180	6.2	约 0.5/ 约 6.75	35.39
奥迪 Q4 40e-tron (创行版)	605	160	8.8	约 0.68/ 约 12	28.99
大众 ID7 (PRO)	642	155	8.5 (单电机版) / 5.7 (双电机版)	约 0.6/ 约 12	23.78
丰田 bz3 (长续航 PRO)	616	160	3.4 (0 ~ 50km/h 加速时间)	约 0.5/ 约 9.5	18.98

在新能源汽车智能网联化方面，主要技术应用体现在了智能驾驶辅助、远程控制和互联、智能充电、智能能源管理和车联网应用等方面。通过提供自动驾驶、智能导航、语音识别等功能，汽车的智能化提升了用户的驾驶体验；通过能源管理系统优化车辆组件的工作模式或优化充电的时间，提高了汽车能源效率。然而，由于上述大部分功能均需要外部实时数据的支持，如道路交通的实时数据、电网实时数据等，汽车的网联化成为了智能化的必要支撑。汽车的网联化不仅丰富了汽车的功能应用，更促进了汽车产业的商业模式变革。信息通信技术 (information communication technology, ICT) 将汽车与交通设施、能源网络连接起来，成为物联网的重要一环。早在 2010 年，德国就将 ICT 技术在新能源汽车的应用纳入其“国家电动汽车发展计划”中，提出了将 ICT 技术融入新能源汽车的系统架构。我国新能源汽车行业也在《智能汽车创新发展战略 (征求意见稿)》的政策指导下，掀起了互联网造车热潮，将 ICT 技术应用于新能源汽车，让其更加智能化，进而促进智能交通与智能电网的发展。此外，基于车辆健康监测与维护的汽车后市场服务，基于车载娱乐和信息推送的社交、旅游出行服务等也是汽车网联化所催生的新兴业态模式。

(2) 新能源汽车产业发展现状。在技术发展与政府政策的支持下，新能源汽车经过多年的发展，已经形成了从原材料 (电池材料、钢材等) 供应、电力系统 (电池、电机、电控) 主要部件的研发生产、整车设计制造，到配套设施 (充电设施等) 的完整产业链，具有一定的产业化基础。

在新能源汽车的产销方面，2022 年全球新能源汽车销量共 1 020 万辆^①，而我国 2022 年的新能源汽车的产量和销量分别为 705.8 万辆和 688.7 万辆^②。在所有的新能源汽车销量中，我国和美国市场主要以纯电动汽车为主，欧洲市场的插电式混合动力汽车和纯电动汽车销量占比相对均衡。全球生产新能源汽车的企业主要分为两类，一类是传统的燃油汽车企业，如大众、宝马、福特、通用、丰田、北汽、广汽等，借助其汽车生产的技术基础、丰富的销售经验、品牌效应，拓展新能源汽车业务；另一类则是主力生产新能源汽车的新兴汽车企业，相比传统汽车企业更加关注互联网、物联网等信息技术的应用，致力于打造新一代的智能汽车，如特斯拉、蔚来、小鹏等。

在电力系统、充电设施等新能源汽车相关产业方面，随着新能源汽车产业需求的快速增加，2022 年全球锂离子电池的总出货量达 957.7GWh，其中 69% 的产能集中在中国^③。国内主流的锂电池企业包括了宁德时代、比亚迪、中创新航、欣旺达等，其中宁德时代和比亚迪分别为 2022 年全球锂电池市场份额占比的第一位与第三位。新能源汽车的发展同样拉动了电机电控产业的发展。在发展前期，电机电控主要以采埃孚、博世、大陆等国外企业为主导。得益于国家政策的支持，我国相关产业也在快速提升。弗迪动力、方正电机、宁波双林、汇川技术等国内主流电机电控企业已占据我国新能源汽车电驱市场的大部分份额。作为新能源汽车的重要配套设施，充电设施也得到快速的发展，并初具产业规模。中国普天、特来电、国家电网等代表性企业的业务基本覆盖了充电桩产业链的上下游（设备生产商与充电运营商）。截至 2023 年年底，我国已建有充电基础设施 859.6 万台，换电站 3 567 座；配备具有充电能力的高速服务区约 6 000 个，充电停车位约 3 万个^④。

（3）新能源汽车的政策发展现状。为了促进新能源汽车的发展和创造良好的发展环境，各国政府除了出台相关的发展规划，还投入了大量的资金并制定相关推广政策对新能源汽车市场进行刺激。其中与私人用车领域推广相关的政策包括支撑性政策（如技术研发投入、配套设施建设）、货币类激励性政策（如购车补贴、税费减免）、非货币类激励性政策（如提供专用车道）和限制性政策（如限

① 资料来源：International Energy Agency (IEA) 发布数据，<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>.

② 资料来源：中国政府网，https://www.gov.cn/xinwen/2023-01/24/content_5738622.htm.

③ 资料来源：EV Tank，伊维经济研究院共同发布的《中国锂离子电池行业发展白皮书（2023 年）》，<http://www.evtank.cn/DownloadDetail.aspx?ID=477>.

④ 资料来源：中国政府网，https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202403/content_6939863.htm.

制燃油汽车牌照发放数量)^[1,2]。各国新能源汽车推广政策如表 1-3 所示。前三类政策通过提高新能源汽车效用和降低购置或使用成本来提高顾客的采纳意愿，从而促进新能源汽车的市场扩散；限制性政策则通过对燃油汽车的购买、使用进行限制，间接促进新能源汽车的采纳与扩散。

表 1-3 各国新能源汽车推广政策

国 家	推 广 政 策	政 策 分 类
爱尔兰	混合动力汽车减免税款最高达 2 500 英镑 免除新能源汽车上牌税	货币类激励性政策
奥地利	基于碳排放的燃油税：新能源汽车可最高可获 500 欧元奖励	货币类激励性政策
	试点城市设立新能源汽车租赁和维修点	支撑性政策
比利时	新能源汽车购置价格减免 15%，最高上限 4 540 欧元 对节能汽车最高奖励 1 000 欧元，对高能耗汽车最高处罚 1 000 欧元	货币类激励性政策
丹麦	对清洁能源汽车减免所有税款 新能源汽车免费停车	货币类激励性政策
	与企业合作，投资 1 亿欧元投资建设基础设施	支撑性政策
德国	启动 CO ₂ 税系统，新能源汽车可免税 5 年 电动汽车在部分地区免费停车 2015 年之前购买电动汽车可免 10 年行驶税	货币类激励性政策
	建立 500 座充电站 投资 500 万欧元支持与电池技术相关的实验项目与研发 对电池规格设立标准	支撑性政策
法国	新能源汽车免费停车 电动汽车减免税款最高达 5 000 欧元	货币类激励性政策
	投入 4 亿欧元支持充电设施建设 构建运营一个包含 4 000 个充电站的全国性充电网络	支撑性政策
美国	降低停车费、上牌费和路桥费 低排放汽车税费优惠	货币类激励性政策
	25 亿美元用于发展新能源汽车 2016 年起，每年出资 1 000 万美元促进电池研发项目	支撑性政策
	加州：新能源汽车专用车位 加州：享受快速车道、拼车车道	非货币类激励性政策
葡萄牙	免除年税与上牌税，购置新能源汽最高减免 800 欧元	货币类激励性政策

续表

国 家	推 广 政 策	政 策 分 类
瑞典	设置碳税激励措施 购买电动汽车和混合动力汽车可以获得 1 000 瑞典克朗退款 购置电动汽车可获得 15% 退款 斯德哥尔摩：电动汽车减免拥堵费	货币类激励性政策
日本	节能汽车享受税费减免 50% 的优惠 混合电动汽车可获得税费优惠	货币类激励性政策
	提高电动汽车的研发预算	支撑性政策
英国	购买低排放电动货车最高可获得 8 000 英镑补贴 免除电动汽车的消费税	货币类激励性政策
	2015—2020 年投入 1 亿英镑用于低排放汽车研发 基于原有加油站网络建设充电站	支撑性政策
中国	根据续航里程对电动汽车进行购置补贴 减免电动汽车的购置税、车船税等税费 充电电价优惠	货币类激励性政策
	2011—2020 年中央财政拨款 500 亿元用于技术研发 2016 年投入 300 亿元建设各类充电设施 要求住宅、公共停车场设有充电桩的停车位占比不少于 10%	支撑性政策
	部分地区提供专用车道、专用停车位	非货币类激励性政策
	限制燃油汽车牌照发放数量	限制性政策

3. 我国新能源汽车市场发展存在的问题

新能源汽车市场主要分为公共交通领域、商业运营领域，以及私人用车领域三大市场。在政府政策的引导下，新能源汽车在公共交通领域有了较好的应用。目前我国一线、二线城市基本实现了公交汽车、出租车等公共交通的电气化。在商业领域的应用主要包括物流运输与商业运营。顺丰、菜鸟网络、京东物流等主要物流企业在《国务院办公厅关于推进电子商务与快递物流协同发展的意见》等政策的指引下，开始了物流汽车电气化的规划部署；在共享汽车、网约车等商业模式创新需求下，新能源汽车也开始在商业运营领域展开相关的市场应用。然而，在私人用车领域这一需求量巨大的市场中，新能源汽车的发展相对滞后，存在市场扩散缓慢的问题。

(1) 前期扩散难问题。直至 2017 年年底，我国新能源汽车数量为 160 万辆^①，其中公共交通及专用乘用车占据了较大比例，个体顾客对于新能源汽车的采

① 资料来源：中国政府网，https://www.gov.cn/xinwen/2018-03/10/content_5272929.htm。

纳程度较低，严重地阻碍了市场的发展，削弱了新能源汽车在环境保护、智能交通与智能电网等方面的促进作用。

(2) 后期持续扩散问题。近年来，在政府大力支持下，我国新能源汽车销量，尤其是私人用车销量迎来了快速增长。2023 年全国新能源汽车保有量达到 2 041 万辆，但对于 3.36 亿辆的全国汽车保有量而言，仅占其中的 6%，扩散进程仍处于初期阶段。此外，受到补贴政策退坡，欧盟计划推迟能源转型，梅赛德斯—奔驰、宝马、苹果等企业放缓或放弃新能源汽车计划等多方面的影响，新能源汽车在私人用车领域如何保持高速的发展将是接下来值得关注的问题。

对于上述问题，从个体采纳角度分析，是由于新能源汽车作为燃油汽车的替代品，顾客对新能源汽车属性的期望将以燃油汽车作为标准。即使新能源汽车的性能能够满足顾客的日常需求，但当价格、续航里程、使用便利性等属性不及燃油汽车时，顾客对新能源汽车这一新产品仍持有观望的态度，从而降低了其采纳意愿。此外，由于信息搜索能力、有限理性等原因，顾客对新技术产品的感知相对模糊^[3,4]。全球五大市场研究公司之一的 Growth from Knowledge (GfK) 于 2013 年进行的新能源汽车认知态度调研发现，在 3 105 名调研参与者中，对新能源汽车产品特点非常了解的仅占 1%。这说明大部分的顾客对于新能源汽车相关信息的了解是模糊的、不完全的，这容易影响顾客对新能源汽车属性提升的感知，进一步降低顾客的采纳意愿。由此可见，顾客对新能源汽车的感知对其采纳行为有着重要的影响。

从市场层面分析，顾客与相关企业对新能源汽车均持观望态度，导致其发展陷入了“蛋生鸡，鸡生蛋”的困局：一方面，顾客希望等到新能源汽车各方面都发展成熟后再进行采纳，从而影响了新能源汽车市场规模的扩大；另一方面，新能源汽车产业链上的相关企业也希望看到市场前景相对明朗后再加大投资或进入市场，因而严重影响了新能源汽车性能的提高、设施的完善以及价格的下降。具体而言，虽然政府与主流汽车企业均投入了大量资金进行技术研发，但新能源汽车的整体技术提升涉及了多个方面，如续航里程的提升就需要电池材料、制造、管理系统等多个领域的技术配合。缺乏相关行业的商业研发投入，就会减慢续航里程提升的速度。新能源汽车充电设施发展也面临类似的问题。由于缺乏商业投资，仅靠政府财政投入使得充电设施的建设进度缓慢，难以满足顾客对新能源汽车充电便利性的要求。而新能源汽车的成本问题除了与技术有关，还因新能源汽车市场规模较小，尚未形成规模效应，影响了成本下降的速度。

政府应对新能源汽车在私人用车领域发展问题的措施：一方面，投入了大量的资金进行新能源汽车的技术研发与相关基础设施建设，希望通过提高新能源汽

车的性能与使用便利性从而促进顾客的采纳；另一方面，推行了购车补贴等多项货币类激励政策，试图利用直接的经济激励促进顾客的采纳，从而加速新能源汽车的市场扩散。然而，仅依靠政府激励来促进新能源汽车的发展显然不是长久之计。随着补贴政策退坡，新能源汽车产业也逐步从政策导向转为市场导向。这使得刚突破初期扩散瓶颈问题的新能源汽车又进入了下一个充满未知因素的扩散阶段。

1.1.2 研究问题

根据研究背景的分析，可以看出新能源汽车的采纳与扩散是一个受到了个体顾客、市场结构、政策环境等多个层面因素影响的长周期动态过程。新能源汽车属性在长周期内的动态变化、顾客对新能源汽车的感知、顾客间的交互关系以及政策环境都将对顾客的采纳与市场扩散过程产生复杂的影响。目前，关于技术/产品采纳与扩散的研究主要从产品的视角分析创新技术的采纳，或是从顾客的视角分析产品如何通过顾客的口碑传播等交互行为作用于产品的市场扩散。然而，这两类研究将基于产品属性的采纳决策与基于顾客行为的扩散过程割离了，无法对新能源汽车市场扩散所涉及的复杂关系和作用机理给出全面的解释。因此，有必要针对新能源汽车的特点及其所处的特定市场环境，对顾客的采纳行为与市场扩散机制展开从微观到宏观层面的研究。

已有关于新能源汽车采纳与扩散的研究主要分为新能源汽车采纳的影响因素分析和新能源汽车扩散预测两大类。前者主要通过问卷调查、访谈等方式获取相关数据，并基于传统的采纳理论进行影响因素的识别以及因素与采纳意愿的相关性分析^[5,6]。第二类研究主要基于 Bass 扩散模型、创新扩散理论构建量化模型或仿真模型进行新能源汽车的市场预测^[7,8]。可见已有相关研究主要以静态视角分析了新能源汽车采纳行为的前因条件以及特定条件下的新能源汽车市场扩散结果，缺乏从理论层面对影响因素的复杂交互作用与动态市场扩散机制的深入探讨，未能解释和改善新能源汽车扩散实践中技术持续发展、资金投入巨大与市场扩散缓慢这一投入与产出不对应的问题，也不能对日后新能源汽车持续发展的不确定局面提供指导理论。

综合上述现实问题与理论背景分析，笔者认为，无论是打破新能源汽车市场发展初期的“蛋生鸡，鸡生蛋”的困局，还是维持后期市场的持续发展，均需要对新能源汽车的市场扩散机制有充分了解，从而采用适当的政策策略进行有效推广，从根本上解决新能源汽车私人用车领域市场扩散所面临的现实问题。因此，下面将提出本书的研究问题：

新能源汽车属性的动态变化、采纳主体的交互行为、政策的外部调控将如何影响新能源汽车的市场扩散过程？政府又将如何提高政策的效用，更好地促进新能源汽车市场的持续发展？

1.2 研究目标与研究意义

1.2.1 研究目标

针对上述研究问题，本书的总体研究目标为：通过分析各类影响因素与新能源汽车顾客采纳行为之间的复杂因果关系以及市场扩散的作用机理，为解决新能源汽车初期扩散困局与后期持续发展等关乎国家战略产业发展的现实问题提供理论指导；针对政府的政策制定和相关企业的运营发展给出有效的管理策略，提高政府与商业投资的使用效率。具体的研究目标如下：

(1) 在理论层面上，以产品和顾客的综合视角，集成已有的关于技术采纳与产品扩散理论，构建基于顾客采纳行为的新能源汽车市场扩散动态模型，更好地刻画新能源汽车扩散过程中顾客的交互行为与多重的信息循环反馈。同时，针对顾客对新产品的模糊感知以及新能源汽车作为替代品的特征，从微观层面分析新能源汽车属性对顾客采纳行为及市场扩散的影响。此外，在模型中考虑扩散网络中口碑传播、网络外部性等社会属性，从宏观层面分析采纳群体互动关系与政策环境对新能源汽车市场扩散过程的影响，深入探讨影响因素的作用机理与市场扩散的复杂机制。

(2) 在方法层面上，针对研究问题的特点，进行研究方法上的创新。基于新能源汽车市场扩散问题的复杂性与动态性，采用定量与定性、建模与实证结合的多方法研究，综合集成系统动力学（system dynamics）、模糊逻辑、情景实验法（scenario-based experiment）、基于模糊集的定性比较分析（fuzzy-set qualitative comparative analysis, fsQCA）等多种前沿研究方法，从新的视角观察和分析顾客的采纳行为与新能源汽车市场扩散过程的演进模式，并揭示背后的深层次原因。

(3) 在应用层面上，基于研究结果为政府与企业提供关于政策制定、运营管理的相关建议，促进新能源汽车的顾客采纳并加速市场扩散。一方面，结合我国新能源汽车的相关政策，分析政策在扩散过程中的作用机理，以提高政策效率。另一方面，基于新能源汽车采纳与扩散影响因素之间的多重并发因果关系，给出综合考虑顾客特征、新能源汽车发展情况及政策环境的市场扩散策略组合，为新能源汽车的相关企业提供关于产品定位、顾客定位、营销策略等较为全面的管理建议。

1.2.2 研究意义

本书旨在对私人用车领域的新能源汽车市场扩散问题进行全面深入的分析，尤其是各类影响因素的复杂关系及作用机理。通过分析基于顾客采纳行为的新能源汽车市场扩散机制，有助于为政府和企业提供不同层面的管理建议，以更好地解决新能源汽车在推广实践上所面临的问题。因此，本书在理论和实践层面上都具有一定的研究意义。

1. 理论意义

(1) 本书结合技术采纳研究中的产品视角和创新扩散研究中的顾客视角对新能源汽车市场扩散问题进行了系统的分析。区别于已有相关研究的单一视角，本书从产品和顾客的综合视角，整合了基于产品属性的采纳决策与基于顾客行为的扩散过程，对新能源汽车市场扩散中涉及的复杂关系和作用机理进行了从微观到宏观层面的分析。

(2) 本书在进行微观层面研究时，考虑了顾客对新产品的模糊感知，以及新能源汽车作为替代品的特点，为各类影响因素与顾客采纳行为的关系提供了新的解释维度。使用更加符合人类思维模式的模糊逻辑刻画顾客的感知，同时基于顾客对替代品的比较过程，结合产业发展的动态前沿，分析了 ICT 等网联化技术应用给新能源汽车带来的特有社交效用对顾客采纳行为与市场扩散的影响^[9, 10]。

(3) 本书在进行宏观层面分析时，针对顾客异质性与新能源汽车发展所处的政策环境分别考虑口碑传播与网络外部性等网络属性对于新能源汽车市场扩散的影响。其中，口碑传播的引入有助于分析顾客采纳行为的差异如何通过群体的交互影响新能源汽车的市场扩散过程；对网络外部性的考虑则更好地反映了由外部因素所引起的采纳群体与环境的信息反馈，以及前期采纳者对于后期采纳者的决策影响，进一步体现了推广政策的实际效用。

(4) 本书针对新能源汽车扩散问题的动态性与复杂性，综合集成了多种前沿研究方法，进行研究方法上的创新。其中，通过集成系统动力学与情景实验、模糊逻辑等方法，更好地呈现了采纳主体的真实感知、主体间的交互行为，以及信息的循环反馈，在体现扩散过程动态性的同时，使得模型在更大程度上反映真实系统。此外，针对影响因素的多重并发因果关系，采用 fsQCA 方法，对不同层面的因素进行组态分析 (configurational analysis)，给出促进新能源汽车扩散的有效条件组合。

2. 实践意义

本书立足于我国新能源汽车推广的实践情景，通过对新能源汽车市场扩散机

制进行多视角、多方法的研究，给出了促进新能源汽车市场发展的相关建议，具体实践意义如下：

(1) 本书关于新能源汽车属性感知与顾客异质性的仿真分析给出了新能源汽车发展阶段的划分依据，并针对不同发展阶段与市场顾客结构，为政府和企业提供相关的管理建议，对政府制定阶段性政策、进行政策调整以及汽车企业拓展市场、制定差异性市场战略有一定的指导意义。

(2) 本书结合我国的市场结构及特有的牌照限制政策，分析该政策的作用机理及不同强度下的政策效果，为政府进行政策制定、企业应对外部政策环境提供了一定的理论参考，也为其他国家地区的新能源汽车推广提供了政策参考。

(3) 本书关于新能源汽车影响因素的组态分析给出了综合考虑顾客群体特征、新能源汽车属性和政策环境的市场扩散策略组合，为新能源汽车的相关企业提供关于产品定位、顾客定位、营销策略等全面的管理建议。

1.3 研究内容、研究思路与研究方法

1.3.1 研究内容

根据上述研究问题与研究目标，本书基于产品和顾客的综合视角，建立基于顾客采纳行为的新能源汽车市场扩散动态模型，在考虑顾客模糊感知、顾客间口碑传播和外部政策干预的情景下，首先从微观层面基于“成本—效用”的顾客决策视角明晰了新能源汽车属性对其市场扩散的作用机理；其次，从宏观层面分析市场结构与政策环境对新能源汽车市场扩散的影响及机制；最后，基于整体视角，给出综合考虑不同层面因素的市场扩散策略组合。具体研究内容如下（各部分研究内容间的关系见图 1-1）：

(1) 考虑顾客模糊感知的新能源汽车市场扩散机制研究。在新能源汽车市场扩散模型中使用模糊逻辑呈现顾客对新能源汽车属性的模糊感知，根据相关理论及实际情境，设计与新能源汽车属性相关的情境并进行模型仿真，从微观层面基于替代品比较的决策过程，分析新能源汽车的属性与网联化技术应用带来的特有属性对其市场扩散的作用机理，并针对新能源汽车的不同发展阶段为政府或企业给出相应的管理建议。

(2) 考虑市场结构及顾客交互的新能源汽车市场扩散机制研究。基于顾客群体对新能源汽车属性的感知差异，将顾客分为首次购车者与再次购车者，构建考虑不同市场结构及顾客间口碑传播的新能源汽车市场扩散系统动力学模型，分析

不同采纳主体如何通过口碑传播的交互行为影响新能源汽车的市场扩散过程；根据仿真结果分析，针对不同汽车市场的顾客结构为政府和企业提出相应的管理建议。

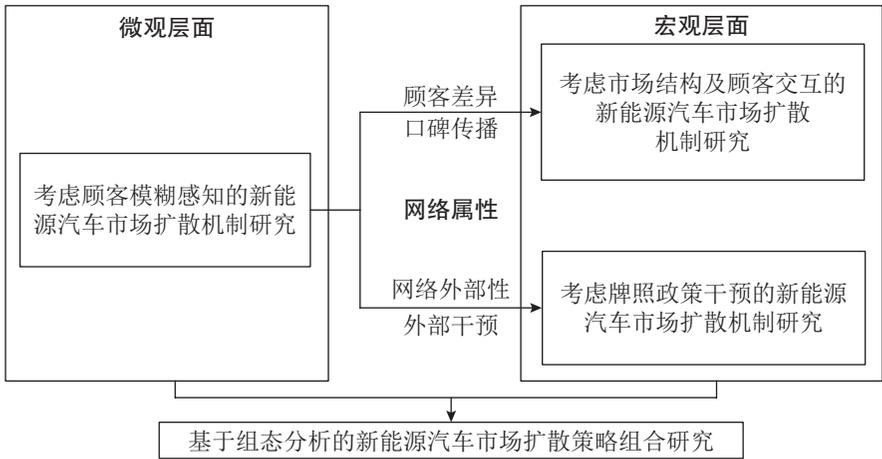


图 1-1 各部分研究内容间的关系

(3) 考虑牌照政策干预的新能源汽车市场扩散机制研究。构建考虑牌照政策的新能源汽车市场扩散系统动力学模型，并在模型中考虑政策的外生网络外部性，以更好地反映政策环境与采纳主体之间的信息反馈。基于(2)中的市场结构研究，进一步分析牌照政策对市场结构的外生影响，并模拟不同政策强度下的市场扩散模式，从宏观层面分析政策环境等外部因素对新能源汽车市场扩散的作用机理。

(4) 基于组态分析的新能源汽车市场扩散策略组合研究。对新能源汽车市场扩散系统中不同层面的因素进行基于整体论视角的组态分析。利用情景实验法测量得到的顾客偏好和采纳态度数据，使用 fsQCA 方法对新能源汽车扩散的前因条件组合进行研究，从而分析综合考虑顾客群体特征、新能源汽车属性及政策环境的市场扩散策略组合。

1.3.2 研究思路

本书将遵循图 1-2 所示的研究思路开展研究工作。以下是对图 1-2 的说明：

(1) 本书的第 1 章主要对研究背景进行详细分析，从而提出研究问题，具体内容包括：分析新能源汽车发展的重要性、发展前景、现状以及存在问题等现实背景，从而提出本书的研究问题；根据研究背景并针对每一个研究问题，明确研究目标及意义；为回答研究问题，达到预期研究目标，进一步明确研究的具体内容并按照一定的研究思路开展工作。

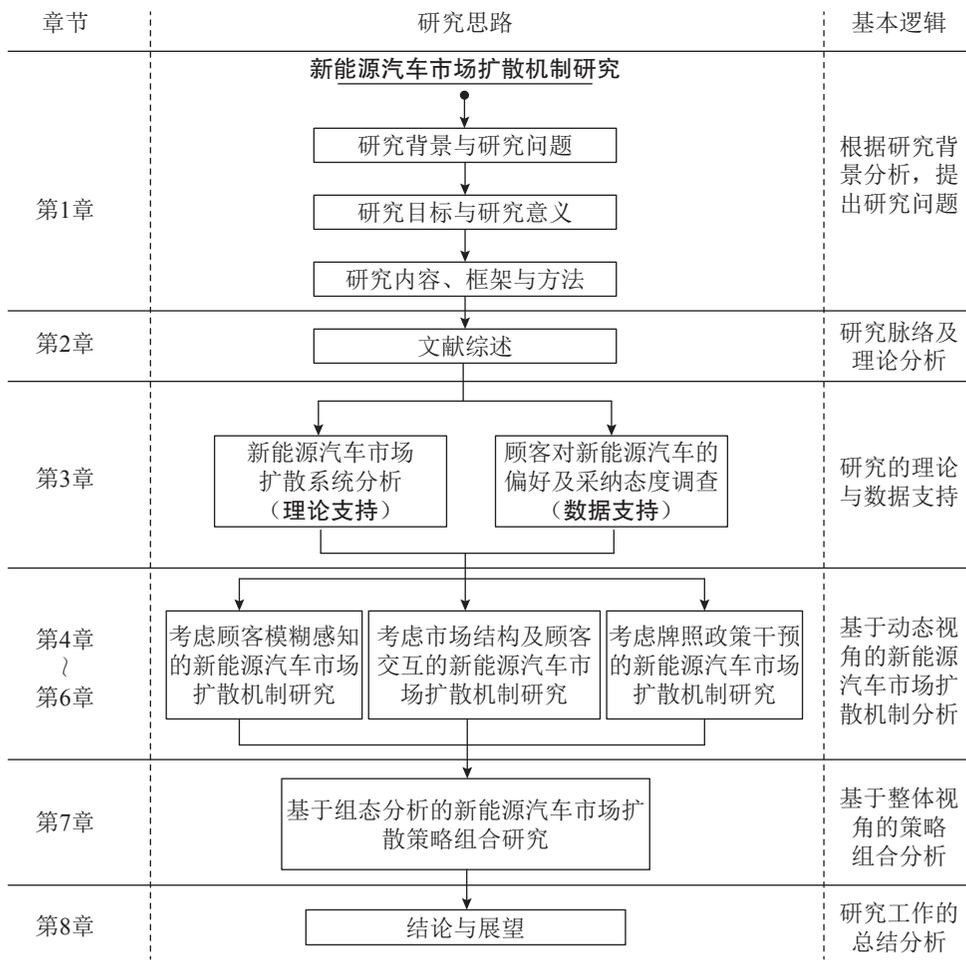


图 1-2 研究思路

(2) 第 2 章为文献综述，通过查阅和分析新能源汽车采纳、扩散等相关研究，梳理研究脉络，对已有文献的贡献及不足之处进行总结，为本书研究工作提供理论依据。

(3) 第 3 章主要为研究准备工作，为后续研究提供理论与数据支持。在文献综述的基础上，结合技术采纳与扩散理论和新能源汽车的发展现状，明晰新能源汽车市场扩散系统涉及的主体与因素，以及因素间的联系；根据相关分析和已有文献的结论，设计并进行顾客对新能源汽车偏好与采纳意愿的情景实验，为后续研究提供数据支持。

(4) 第 4 章至第 6 章以产品和顾客的综合视角对基于顾客采纳行为的市场扩散机制进行微观层面到宏观层面的分析。通过构建新能源汽车市场扩散的动态模

型，首先从微观层面分析存在模糊感知的情况下，新能源汽车属性如何影响其市场扩散过程；接着从宏观层面考虑顾客群体的感知差异、交互行为与外部调控因素影响，分析不同顾客群体如何通过口碑传播影响市场扩散过程，以及在网络外部性的情景下，探讨牌照政策对市场扩散过程的作用机理并给出政策的适用条件。

(5) 第7章基于整体视角，针对新能源汽车扩散系统中因素的多重并发因果关系，采用 fsQCA 方法对不同层面因素进行组态分析，提出综合考虑新能源汽车属性、顾客特征、政策环境的新能源汽车市场扩散策略组合。

(6) 第8章为结论与展望，是对本书主要研究工作、结论及贡献的总结分析，同时指出不足之处并提出对未来研究的展望。

1.3.3 研究方法

本书采用了多方法研究，根据研究问题的特点与研究需要选取了不同的方法，其中包括了行为实验、fsQCA、系统动力学建模仿真、模糊逻辑等方法。每一项研究内容对应的具体方法如下：

(1) 考虑顾客模糊感知的新能源汽车市场扩散机制研究。针对顾客感知的模糊性，采用模糊逻辑刻画顾客的采纳决策过程，通过相关模糊函数及计算规则，将精确的新能源汽车属性信息转化为顾客的实际感知；针对新能源汽车市场扩散过程的动态性，采用系统动力学构建动态模型，更好地刻画新能源汽车属性因素之间的复杂关系与信息反馈^[11, 12]。此外，考虑到顾客对于新能源汽车的低认知度，采用情景实验法，模拟特定场景，收集顾客对新能源汽车的偏好与采纳意愿数据，用于设置模型参数^[13]。

(2) 考虑市场结构及顾客交互的新能源汽车市场扩散机制研究。该研究主要采用系统动力学方法构建考虑顾客交互行为的新能源汽车市场扩散系统动态模型，更好地刻画不同顾客群体通过口碑传播进行互动的过程。模型构建所需数据则采用情景实验进行收集。

(3) 考虑牌照政策干预的新能源汽车市场扩散机制研究。该研究主要采用系统动力学方法构建考虑外部政策影响的新能源汽车市场扩散动态模型，更好地刻画网络外部性下政策环境与采纳主体之间的信息反馈，并通过模型仿真分析政策对新能源汽车市场扩散的影响和作用机制。模型构建所需数据则采用情景实验进行收集。

(4) 基于组态分析的新能源汽车市场扩散策略组合研究。针对新能源汽车市场扩散的影响因素之间的多重并发因果关系，基于整体视角，采用 fsQCA 方法

对不同层面的因素进行组态分析，并根据有效的前因条件组合给出促进新能源汽车市场扩散的综合策略组合^[14]。

1.4 框架结构

基于上述的研究目标与研究内容，本书共分为8章。

第1章为绪论，介绍新能源汽车市场扩散的研究背景，明确本书的研究目标及研究意义，简述相关研究内容、研究思路和研究方法，给出研究的框架结构和创新点。

第2章是文献综述，对技术采纳与扩散理论、新能源汽车采纳与扩散的相关文献进行梳理，主要从相关研究理论、影响新能源汽车采纳与扩散的因素、研究模型与方法等方面进行综述。通过对已有文献的系统梳理与分析，明确研究的缺口，并为后续研究提供了理论支持。

第3章是新能源汽车市场扩散系统分析。结合已有相关研究与新能源汽车发展现状，从复杂系统的角度，确定新能源汽车市场扩散系统的主体、关键要素及边界，为后续章节研究提供研究框架与理论支持。使用情景实验调查顾客对于新能源汽车的偏好与采纳态度，为后续的动态模型构建与组态分析提供数据支持。

第4章是考虑顾客模糊感知的新能源汽车市场扩散机制研究。通过构建考虑顾客模糊感知的新能源汽车市场扩散系统动力学模型，从微观层面分析长周期内新能源汽车属性的动态变化对顾客采纳行为以及新能源汽车市场扩散演进模式的影响及作用机制。

第5章是考虑市场结构及顾客交互的新能源汽车市场扩散机制研究。基于不同顾客群体对新能源汽车属性的感知差异，构建新能源汽车市场扩散系统动力学模型，并在模型中考虑不同采纳群体之间的交互行为，分析不同市场结构下的新能源汽车市场扩散机制。

第6章是考虑牌照政策干预的新能源汽车市场扩散机制研究。构建考虑牌照政策干预的新能源汽车市场扩散系统动力学模型，分析该政策对汽车市场结构的外生影响，并模拟不同政策强度下的新能源汽车扩散模式，从而探讨牌照政策的作用机制和适用条件。

第7章是基于组态分析的新能源汽车市场扩散策略组合研究。利用实验数据，对新能源汽车市场扩散系统中不同层面的因素进行基于整体论视角的组态分析，从而给出综合考虑顾客特征、新能源汽车属性及政策环境的市场扩散策略组合。

第8章为结论与展望，总结本书的主要研究工作与结论，指出本书研究的主要贡献、并根据不足之处提出未来研究工作的展望。

1.5 研究创新性说明

本书针对现实问题与已有研究的薄弱之处，对新能源汽车市场扩散机制进行了深入的分析与探讨，研究工作的主要创新性体现在以下几个方面：

第一，结合了技术采纳研究与产品扩散研究的产品视角与顾客视角，对新能源汽车市场扩散问题进行微观到宏观层面的探讨。本书集成了技术采纳理论与 Bass 扩散模型等理论基础，对基于产品属性的采纳决策与基于顾客行为的扩散过程进行整合，构建了基于顾客采纳行为的新能源汽车市场扩散模型，并分别从采纳个体感知、采纳群体互动与外部干预等不同层面对新能源汽车的市场扩散机制进行深入的分析。

第二，关注新能源汽车市场扩散过程的动态性与影响因素之间的多重并发因果关系。本书构建了考虑因素复杂关系、采纳主体互动以及信息反馈的新能源汽车市场扩散动态模型，得到了新能源汽车在连续时间上的多周期扩散演进模式，有助于深入分析其市场扩散的复杂机制。区别于已有研究关于因素间相互独立的假设，本书对不同层面的因素进行基于整体论的组态分析，给出促进新能源汽车采纳与扩散的有效前因条件组合，从而对已有文献存在的矛盾结论以及影响因素之间的复杂关系进行深入的探讨。

第三，本书结合现实情景与产业发展的动态前沿，考虑了顾客模糊感知、顾客群体交互与外部政策干预的影响，为各类影响因素与新能源车市场扩散的关系提供了新的解释维度。其中，模糊感知能够更好地刻画顾客的真实决策过程，使研究模型更好地反映现实情况；顾客间的口碑传播互动作为个体采纳行为到市场扩散的重要传导机制，是分析微观层面因素对宏观扩散影响的关键；对外部政策干预的考虑则是从外部视角分析环境因素对扩散系统行为的影响机制。

第四，本书基于我国新能源汽车推广的实践情景开展相关研究，结合我国新能源汽车发展现状与相关政策对新能源汽车的市场扩散机制研究设计了多层次的仿真情景。由于新能源汽车在欧美等汽车市场的发展更早，相关研究更多是基于国外背景或调查数据展开。考虑到国内外文化与经济的差异，国外研究所得结论并不一定适用于我国新能源汽车市场的发展，因此本书针对我国推广实践中面临的实际问题，采用国内的相关数据与信息进行研究，探索我国新能源汽车市场发展的一些内在规律，并基于我国相关发展规划给出促进新能源汽车市场发展的具

体落实措施。

第五，在研究方法上，本书根据研究问题与研究目标的需要，采用了多方法结合的方式，具体包括建模（系统动力学）与实证（情景实验法、faQCA）方法、定量（系统动力学、模糊逻辑）与定性（fsQCA）方法的结合，有助于对新能源汽车市场扩散系统的复杂机理进行全面深入的分析，从而针对研究问题给出更为丰富和完整的回应。此外，将模糊逻辑与系统动力学仿真结合的方法在已有相关文献中鲜有发现，这是对新能源汽车市场扩散研究的一种方法创新。