

2021年1月版报告

驱动绿色未来： 中国电动汽车发展回顾及未来展望

国际清洁交通委员会：金伶芝、何卉、崔洪阳、Nic Lutsey、吴楚琪、褚一丹
中国电动汽车百人会：朱晋、熊英、刘茜

作者

国际清洁交通委员会: 金伶芝、何卉、崔洪阳、Nic Lutsey、吴楚琪、褚一丹
中国电动汽车百人会: 朱晋、熊英、刘茜

受访专家

张永伟, 中国电动汽车百人会, 副理事长兼秘书长
戴凡, 加州—中国气候研究院, 主任
Drew Kodjak, 国际清洁交通委员会, 执行主任
Patricia Monahan, 加州能源委员会, 委员
Margo Oge, 美国环保局交通与空气质量司, 前任司长

鸣谢

本研究是在Aspen全球变化研究院和洛克菲勒兄弟基金会的大力支持下、在中国电动汽车百人会副理事长兼秘书长张永伟博士的指导下完成的。我们特别感谢戴凡、Drew Kodjak、Patricia Monahan和Margo Oge等专家顾问委员会成员所作出的贡献, 同时感谢张永伟博士、刘斌博士、陈健华博士和赵芮女士对本报告进行的审阅和提出的建设性意见。关于本报告中可能出现的任何疏漏或错误, 皆由作者担负相关责任。

国际清洁交通委员会简介

国际清洁交通委员会 (ICCT) 是一家中立的非盈利组织, 我们为世界各地的环境管理部门提供前沿的科研成果和技术分析。我们的目标是改善道路交通、海洋运输和航空运输领域的环保性能和能效, 从而为公众健康和减缓气候变化带来收益。

中国电动汽车百人会简介

作为一家非盈利性的第三方智库, 中国电动汽车百人会的愿景是积极推动电动汽车与智能网联汽车产业发展。通过打破行业、学科、所有制和部门之间的局限, 搭建一个通过研究和交流推进多领域融合和协同创新的平台。

© 2020 国际清洁交通委员会

地址: 1500 K St. NW, Suite 650, Washington, DC 20005

communications@theicct.org | www.theicct.org | [@TheICCT](https://twitter.com/TheICCT)

© 2020 International Council on Clean Transportation

目录

图表目录.....	ii
英文缩写	iii
概述	iv
1. 介绍	1
2. 中国电动汽车发展的关键里程碑回顾	2
2.1 2009年以前: 探索引领全球的汽车工业发展战略	2
2.2 2009-2013年: 在实践中不断完善战略	3
2.3 2013-2017年: 新能源汽车市场开始兴起	5
2.4 2018年至今: 新能源汽车市场走向成熟	8
3. 电动汽车市场和产能	11
3.1 国内市场	11
3.2 国内产能	12
3.3 地方市场	14
4. 供应链	16
4.1 技术专利	16
4.2 电池上游原料和化学转化	16
4.3 电池供应	18
4.4 半导体生产	20
5. 技术进步	22
5.1 车型分类市场	22
5.2 电动汽车电池容量	24
5.3 电池技术	25
6. 充电基础设施	26
7. 未来愿景	28
8. 结论及主要发现	30
8.1 中国成为全世界最大的电动汽车市场的成功要素	33
8.2 未来中国在电动汽车领域持续成功的建议	35
参考资料	40

图表目录

图ES 1. 中国电动汽车产业发展历程	v
图ES 2. 中、美、欧三地电动汽车发展的关键指标比较	vi
图1. 电动汽车发展的历史回顾.....	10
图2. 2010年至2020年8月全球各地市场轻型电动汽车销量.....	11
图3. 2010年至2020年8月全球主要轻型汽车市场的电动汽车市场占比.....	12
图4. 2010-2019年全球轻型电动汽车累计销量和累计产量的地区分布矩阵	13
图5. 2010-2019年全球轻型电动汽车累计销量领先的生产企业	13
图6. 2010-2019年全球累计销量领先的轻型电动汽车车型.....	14
图7. 截至2019年底电动乘用车累计销量全球领先城市（前25） 和2019年电动汽车在乘用车新车销量中的市场份额占比.....	15
图8. 2018年主要市场电动汽车相关技术专利持有比例.....	16
图9. 2019年电动车电池上游原材料矿产资源生产份额和已知储量地区分布情况	17
图10. 中国电动汽车电池中间产品的全球供应份额占比	18
图11. 按电池供应商总部所在地划分的轻型电动汽车销量	18
图12. 2019-2025年各主要市场公布的电池产能预期	19
图13. 2018年废旧电池回收能力.....	20
图14. 2019年各市场前20大汽车半导体企业数量及其市场份额	21
图15. 2010-2018年各市场轻型电动汽车按车辆类型的销量占比.....	23
图16. 2020年1至6月按车型和品牌来源地划分的轻型电动汽车销量.....	24
图17. 2012-2019年轻型纯电动汽车的电池容量	24
图18. 轻型电动车新车各电池化学类型销量份额	25
图19. 2011-2019年各市场电动汽车公共充电桩保有量	26
图20. 各市场每百万人口拥有公共充电桩数量（按充电桩类型划分） 以及每个公共充电桩对应的电动汽车数量	27
图21. 部分市场乘用车新车电动化承诺及历史市场渗透率.....	28
图22. 中、美、欧三地电动汽车发展的关键指标比较	32

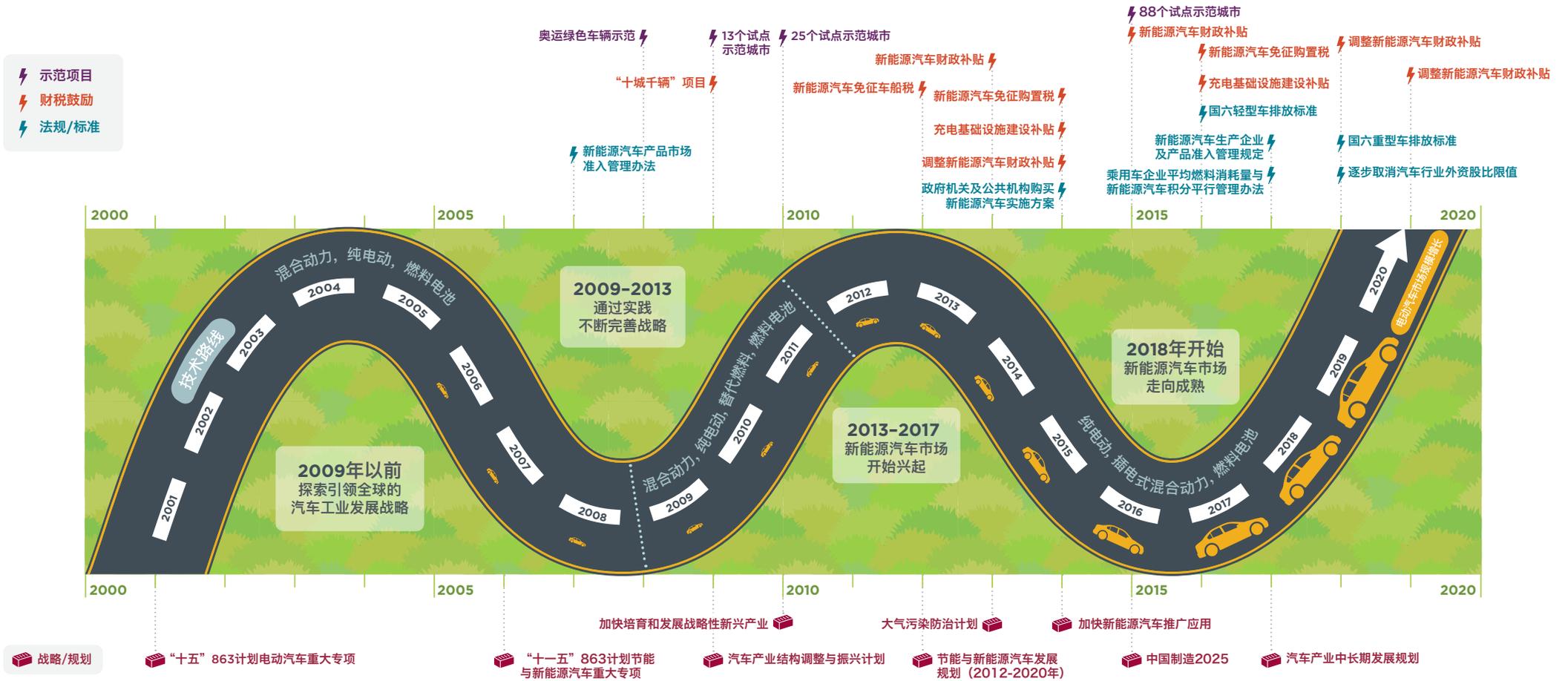
英文缩写

BEV	纯电动汽车
DC	直流式
EV	电动汽车
FAW	中国第一汽车集团有限公司
FCV	燃料电池汽车
FYP	五年计划
GHG	温室气体
HEV	混合动力电动汽车
LFP	磷酸铁锂
MIIT	中华人民共和国工业和信息化部
MOF	中华人民共和国财政部
MOST	中华人民共和国科学技术部
NDRC	中华人民共和国国家发展和改革委员会
NEBRPC	新能源电池回收利用专业委员会
NEV	新能源汽车
NMC	镍钴锰酸锂
OEM	原始设备制造商
PHEV	插电式混合动力汽车
R&D	研究与开发
SAE	汽车工程师学会
SAIC	上海汽车集团股份有限公司
ZEV	零排放汽车

概述

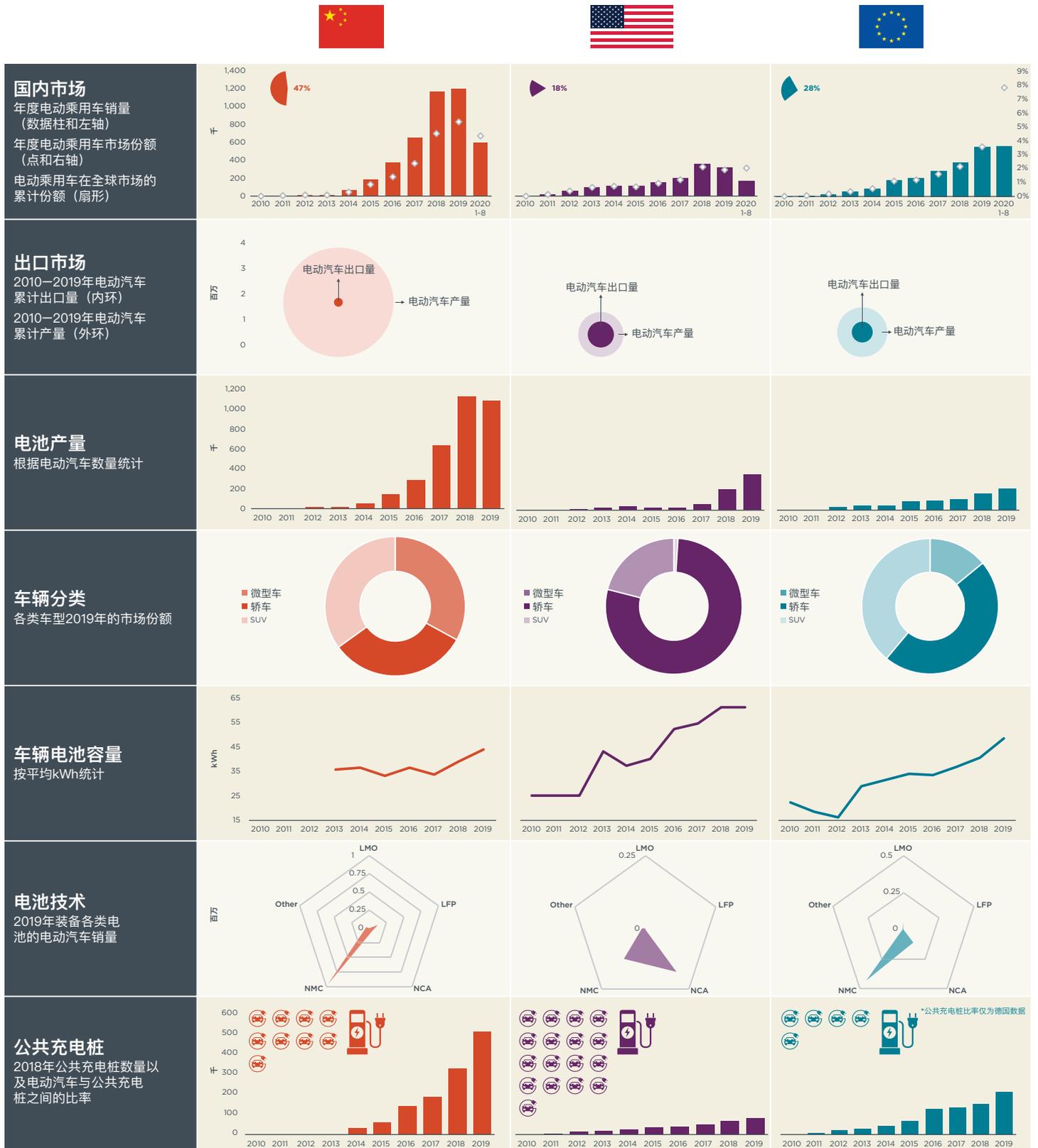
从标志性的“十城千辆”工程算起，截至2019年，中国的电动汽车发展已经走过了十年。在过去十年中，中国迅速成长为全球最大的电动汽车市场，其电动乘用车销量占全球的一半，电动公交车和电动卡车的销量更是占到全球的90%以上。如今，在全球电动汽车产业竞争日益激烈以及中国国家主席习近平提出的2060年碳中和目标的大背景下，中国正在迈入电动汽车发展的新时代，亟需与时俱进的、更加全面、系统化的电动汽车长期发展战略作为支撑。

本文首先回顾了从中国电动汽车发展之初至今二十年左右的精彩历程。图ES1描绘了中国电动汽车发展的四个主要阶段，重点介绍了中国对新能源汽车发展起到核心引领作用的主要发展战略和规划，以及驱动市场发展的三类主要政策——即试点项目、激励政策以及法规要求。2009年以前，中国一直在探索一条能够实现汽车产业跨越式发展的道路，并最终确定发展新能源汽车。2009年至2012年，随着电动汽车发展战略的确立，中国政府通过研发投入和直接补贴，大规模地在全国多个城市引入新能源汽车试点项目并优先在公共领域推广部署。在接下来的五年中（2013-2017年），在空气质量、能源安全以及汽车产业振兴目标的多重因素驱动下，中国电动汽车产业和市场得以快速发展。2018年之后，中国逐渐从比较单一的行业补贴阶段向激励与法规标准相结合的模式转变，以进一步释放市场潜力。这一政策转变以及更开放的市场竞争格局都表明，中国对其电动汽车战略之信心正在不断增强、电动汽车市场正趋于成熟。



图ES 1. 中国电动汽车产业发展历程

此外, 本文还用大量数据从电动汽车市场推广情况、产业价值链竞争力、电动汽车和动力电池技术发展、竞争力以及长期发展愿景等角度对中、美、欧等国际领先电动汽车市场进行了量化对比。图ES2总结了中、美、欧三个市场之间的部分关键指标的分析 and 比较结果。



图ES 2. 中、美、欧三地电动汽车发展的关键指标比较

上述分析体现了中国电动汽车发展迄今为止的七个特点：

1. 就整体市场表现而言，截至2020年，中国在短短十年间就培育出了全球最大的电动汽车市场、电动汽车产业以及全球最多的电动汽车发展先进城市。过去十年来，中国电动汽车累计销量占世界总量的47%。
2. 然而2020年上半年，中国的电动汽车市场渗透率被欧洲赶超。欧洲电动汽车市场份额从2019年的年均市场份额3%迅速上升到2020年上半年的8%左右，并且这一数据还在持续攀升，其中德国2020年10月的电动汽车市场份额达到了17.5%。在相同时期、相同国际经济发展的大环境下，中国电动汽车市场份额下降40%多而欧洲市场份额增长近60%的原因主要归于“政策”二字。为了达到2021年的二氧化碳（CO₂）排放标准，避免上亿欧元的“天价”不达标罚款，欧洲的汽车生产企业于2019年下半年向市场推出了30多种电动汽车新车型。严格的碳排放法规以及六个欧洲国家针对新冠疫情采取的电动汽车财政激励措施，为市场发展提供了强大动力。而同一时期中国的情况则恰恰相反，2019年中国对新能源汽车的财政激励措施减少，而车辆燃油能效标准和新能源汽车积分管理办法并没能大力驱动市场发展，加之管理法规中缺少有力的执法和处罚，导致了电动汽车销量大幅下降。
3. 在品牌竞争力方面，就轻型汽车领域来说，中国的电动汽车品牌尚未被全球市场广泛接受。中国电动汽车战略主要是侧重于满足国内市场，仅有少量出口份额。2019年，中国生产的电动轿车只有不到1%销往世界其他地区，出口比例明显低于美国和欧洲。这意味着中国的生产企业需要提高全球竞争力。此外，最新趋势表明，随着中国电动汽车市场对外开放程度不断提高，中国市场部分盈利空间较大的车型市场份额正在被海外品牌赶超。但像蔚来、理想以及小鹏这样的新能源汽车造车新势力除外，它们开始在高端SUV市场上显示出活力。
4. 在研发能力方面，中国的电池供应链体系远远领先于美国和欧洲。中国已基本建成了本土化的电动汽车供应链体系，关键原材料能够实现自主供给，电池生产能力处于领先地位。目前，中国在半导体等先进组件的技术开发方面尚落后于国际发达国家，但差距正在逐渐缩小。与其他国家相比，中国在快速充电和无线充电领域拥有更多的技术开发专利，但在动力电池包管理、氢能存储、燃料电池生产和运行以及插电式混合动力系统的动力总成控制等领域所持有的专利较少。

5. 在电动汽车技术方面, 由于过去的补贴政策有明显的技术导向, 尤其是将电池带电量、能量密度等作为了补贴额度的关键评价指标。在其影响下, 在过去五年中, 我国纯电动汽车的平均电池带电量显著增加。但可能受到技术和市场因素的影响, 整体提升速度仍略慢于美国和欧洲。中国的电池技术正在快速从磷酸铁锂 (LFP) 电池向高能量密度的镍钴锰酸锂 (NMC) 电池过渡, 这一点与国际电池发展趋势是趋同的。
6. 在市场结构方面, 中国早期的电动汽车市场策略是推动电动汽车在政府车队和公共领域中的应用。因此, 电动公交车和在共享车队中广泛使用的微型电动汽车是电动汽车最成功的细分市场。在过去两年中, 随着国家和一些城市对新能源汽车私人领域应用关注度的提高和政策支持力度加大, 电动汽车开始在主流乘用车和SUV细分市场发力。而在商用车领域, 尽管商用车是中国空气污染物和温室气体排放的重要污染源, 并且是交通领域的燃油消耗大户, 但中国商用卡车市场的电动化进程仍处于萌芽状态, 且针对商用车电动化的政策工具也远远少于乘用车的。
7. 在充电基础设施方面, 为支撑快速增长的电动汽车市场, 中国在充电基础设施建设方面取得了长足的进步。但考虑到中国电动汽车的增长目标, 在未来几年, 电动汽车用户的充电需求与充电设施配给之间仍然存在一定的缺口。

最后, 我们的研究团队对四位在电动汽车技术、政策以及与中外合作方面具有多年经验的国际专家进行了采访。几位受访专家对中国推动电动汽车方面的成功要素、发展经验以及未来持续繁荣的关键点分享了各自的见解。综合本文的历史回顾、国际比较和专家观点, 中国的成功基于以下几点:

- » 顶层设计: 在21世纪初, 中国选择了新能源汽车 (主要是电动汽车) 作为振兴汽车产业的国家战略。这一战略决策是基于对中国本土汽车生产企业竞争力和对中国独特的出行需求的研判。
- » 规划引领: 在国家新能源汽车发展愿景下, 中国制定了顶层产业规划, 明确了产业发展目标, 为中国新能源汽车发展的政策连续性提供了保障。
- » 目标协同: 中国在汽车产业转型的重要时期面临着产业、能源和环境问题的多重挑战。这三个时势背景合在一起, 使得国家的汽车产业决策者、能源决策者、环境决策者不约而同地想到发展电动汽车。协同一致的发展目标使得不同领域的多家政府管理部门产生了共同着力点, 激发了创新的政策手段, 有效地减少了政策执行过程中的障碍。在过去五年中, 中央和地方多家管理部门的共同努力极大地加快了电动汽车的发展。
- » 多方协作: 在规划落地为行动时, 中国形成了一套官产学研的多方协作机制, 共商决策、共筹资金、协作推进新能源汽车的发展。这套协作机制的优势是能迅速将实验室的原型产品孵化成市场需要的车型。在这一协作机制中, 政府、企业、学界和研究机构还在指引中国电动汽车产业发展技术路线方面发挥了关键作用。
- » 政策驱动: 中国早期推出了试点项目和中央补贴政策, 以促进电动汽车市场的起步。随着电动汽车市场形成一定规模, 中国近期出台了创新性的法规标准来持续推动行业创新、投资、车型多样化和市场的逐步成熟。
- » 城市先行: 国家层面的新能源汽车发展目标和规划最终都分解到地方来执行, 城市往往成为政策创新的先锋。像北京、上海、深圳等主要市场就制定了一系列强有力的政策措施, 为电动汽车产业发展提供动力。通过刺激电动汽车消费

市场，这些先锋城市的电动汽车销量可高达其他城市的几倍，同时还实现了空气质量的改善。这些城市的实践经验表明，区域经济的快速发展可以与空气质量以及电动汽车发展目标携手并进。

展望未来十年，中国所面临的一个关键问题就是如何保持电动汽车未来的繁荣发展。我们在此提供一些建议。

- » 树立全面电动化的新愿景以及长期战略，助力实现国家产业发展、空气质量和减缓气候变化目标。在过去十年成就的基础上，中国现在应该以实现交通运输领域全面电动化为目标来树立新的、中长期发展愿景，制定2030年及以后的新能源汽车发展目标，包括整体交通运输部门或各类车队（如乘用车、中重型商用车）的全面电动化时间表。明确的中长期目标可以保障投资信心，从而稳定和加快对新能源汽车产业的投资力度。新能源汽车的可持续发展还能支撑中国的空气质量改善目标、中国新能源汽车在全球占据领先地位的产业发展目标、能源独立以及缓解气候变化的目标，并令这一系列近、中、长期目标做到有机协同、有序衔接。需要特别指出的是，在习近平主席提出2060年碳中和目标后，中国应该为交通运输行业建立近期、中、长期温室气体（GHG）减排目标，并将电动汽车作为实现碳减排目标的核心技术路线之一。以欧盟为例，欧洲率先打造了一条以脱碳为核心的经济和汽车产业重塑之路。《欧洲气候法》提案中设立了一个具有法律约束力的长期目标，即到2050年实现所有经济领域温室气体净零排放（气候中和）。基于这样的全经济领域目标，欧盟正在针对各个领域制定相关政策以实现减排。针对交通运输领域，《欧盟绿色协议》中提出了一项非强制性目标，即到2050年交通运输领域的碳排放要减少90%。在中期，实现这一目标的关键措施包括欧盟针对乘用车、箱式货车和卡车提出的2030年CO₂排放标准。在近期，为了促进经济走出新冠疫情的影响，欧洲部分国家政府推出了经济复苏方案，以刺激电动汽车的新车销售和加速老旧车辆置换。欧盟近、中、长期，全经济体和交通领域减碳目标有序衔接的思路有助于确保整个经济体系下的各个领域在通往碳中和的道路上协同前进。为了应对迫在眉睫的环境挑战，中国亟需为重型商用车和非道路机械领域规划出清晰的中长期电动化发展战略。这两类移动源是空气污染、燃油消耗和温室气体排放的重要贡献源。这类目标和政策可以港区货运卡车、机场摆渡车、机场设备以及建筑工程设备为先导，逐步推向更广泛的货运车队和机械领域。最后，要想实现交通运输系统碳减排，单纯依靠先进的车辆技术还不够，还需同步降低中国电网系统的碳排放。
- » 向法规与市场并行互补的新政策组合模式转型。试点项目、政府补贴、公共车队采购是早期中国新能源汽车市场规模兴起并在全球取得巨大成功的三驾马车。但在未来，中国则需要迅速转向法规和以市场驱动为主导的创新政策组合。这包括加强新能源汽车法规标准，制定和完善切实推动未来技术进步的车辆能效、排放和温室气体管控标准法规，同时还应加强财税政策创新，引导主流汽车消费市场，令电动汽车的发展与环境收益衔接更紧密。
 - » 首先，中国应建立车辆能效和温室气体排放标准并行的管理方案，类似于美国交通部（DoT）制定的燃油经济性标准与美国环保局（EPA）制定的温室气体排放标准之间的协同管理机制。DoT的标准是以产业发展为导向，只制定了较为近期的目标，不合规惩罚力度较弱；而EPA的标准则是以减缓气候变化为导向，以此设定中长期目标，并在《清洁空气法案》授权下制定了严格的罚则。

- » 第二，《大气污染防治法》赋予中国环境主管部门制定和实施机动车排放标准并对不合规企业进行经济和行政处罚的权限。这为进一步管理移动源带来的温室气体排放奠定了良好的基础。建议环境主管部门考虑针对轻、重型车辆出台2025-2030年以及更长期的温室气体排放标准。这一做法与欧洲、加州以及美国等主流市场的政策发展趋势相一致。
- » 此外，财税激励措施是对法规标准的重要补充。当电动汽车市场处于起步阶段时，财政补贴给国家财政带来的负担尚在可承受的范围内。但随着市场的发展，一味地补贴会令国家财政不堪重负。一些国家开始采取创新的财税措施，例如对传统燃油车征收高额税费用于支付电动汽车的长期激励补贴。这类措施在欧洲被称为“奖惩机制”，而在北美被称为“费补一体”。这样，即使电动汽车销售持续增长，国家也可以负担对其长期的财税支持。我们建议中国根据车辆温室气体排放水平设定税费额度，既激励企业生产更低碳节能的车辆，同时还可以使用税收经费来支持电动汽车的发展，直至电动汽车相比燃油车具有成本竞争力。
- » 激发主流、私人电动汽车消费市场以及城市电动汽车市场。在过去十年中，中国在公务用车、城市服务和公交车队领域的电动汽车推广使用是非常成功的。而未来，若想让电动汽车朝着主流市场发展，充分释放电动汽车在私人购车市场和广大城市市场的潜力将是关键。首先，未来在技术、政策、商业模式以及合作伙伴关系上的创新需要重点关注此类主流市场的需求。例如，新一代的电动汽车消费者对汽车自动驾驶、车辆互联以及智能功能的要求与日俱增，这将在很大程度上改变汽车的传统功能。第二，中国政府可以以更大力度推进城市层面的政策创新。比如可以先在各级城市中选择一些领先城市，为它们设定比其他省市更为激进的交通领域全面电动化时间表。这些领先城市的政府应在车辆注册、税费、路权等方面被赋予一些特殊权限，并配套适当的财政支持，从而助力这些城市分阶段地实现包括市政车队、出租车、网约车、私家车、市内和城际货运车队在内的全面电动化。如果中国希望在2060年左右整体达到碳中和，这需要交通领域在2050年左右减少80%左右的温室气体排放，那么领先城市则需要2025-2035年间率先实现这些目标。
- » 专注于纯电动汽车技术路线，逐渐向智能化电动出行过渡。如果说当前十年全球汽车技术竞争主要是围绕着电动化，那么未来十年，技术竞争的新篇章将聚焦于智能网联化电动出行——这一集成化的未来绿色出行模式已经远远超出了车辆技术的范畴。从车辆技术说起，中国以纯电动汽车（BEV），插电式混合动力汽车（PHEV）和燃料电池汽车（FCV）这三类新能源汽车技术为核心。它们对于未来实现全面电动化出行至关重要。从全球范围来看，纯电动汽车目前在市场份额上占有优势，并将率先在大多数细分市场实现油电车辆成本持平。在技术成熟度、规模和降低成本方面，乘用车领域的纯电动汽车技术也远远领先于燃料电池汽车技术。因此，我们建议短期内应该集中精力发展纯电动汽车的充电基础设施。当然，针对燃料电池汽车开展一些产业合作和试点项目也是适时的。从长期来看，全面电动化路线或将开始引领未来出行的变革。今天，我们已经可以看到这一变革的序幕已在中国、欧洲和美国等主要汽车市场拉开。作为未来的中期发展规划，中国应把电动化技术路线与智能汽车、自动驾驶技术进行结合，并将配合车辆基础设施体系建设，以满足未来智能网联车辆的需求。这将唤起汽车产业更为深层的变革，实现汽车、电子、互联网和基础设施技术的有机结合，并将供应链范围从电池、电机和车载控制系统等传统汽车零部件扩展到芯片、传感器、高清地图系统、人工智能以及云控制系统等。

- » 提升在供应链关键环节的技术自主能力，加强电动汽车的全生命周期管理。在过去十年中，中国电动汽车的成功很大程度上得益于全球化带来的红利以及相对自由的国际贸易和技术合作环境。然而，随着国际关系复杂程度的加剧，中国新能源汽车的持续发展将面临更大的不确定性。在这样的背景下，中国需要进一步加强自主技术创新和研发的能力，将重点放在关键的供应链瓶颈，应对电动汽车快速发展带来的充换电基础设施需求以及关注未来的出行方式（如“网约车出行服务”）。为了全面实现电动汽车的全生命周期环境收益，需要制定相关政策，推动车辆实现全生命周期低碳化——包括电池和车辆的设计、生产、使用以及电池合理回收利用等环节。
- » 寻求多元化、非政府间国际合作，充分利用商用车电动化的国际合作机会。尽管国际关系日益复杂、难以预测，但中国仍有许多开展国际合作的机会，以实现电动汽车的持续发展，甚至实现更宏大的全面电动化目标。例如中国可以与加州这样的地方政府合作，共同推进商用车电动化进程；通过与国际汽车工程师学会（SAE）以及联合国等全球化机构协作，寻求车辆及充电标准的协同统一；还可以通过与一些非政府组织平台，例如国际零排放联盟（ZEV Alliance, 2019）开展合作研究，并与联盟成员国和地区政府交流向全面零排放化交通转型的经验。中国还可以以货运部门为切入点。许多亚洲、欧洲和北美国家都在开展零排放港口和零排放航运战略的制定。中国可以与这些地区的政府部门、港口、物流公司和车队、充电基础设施供应商以及领先研究机构合作，打造超低排放货运区，并逐步实现本地和区域货运的电动化。

尽管中国站在了全球汽车电动化变革的前沿，但这条路并不平坦，且尚未达到终点。中国仍需适时调整和完善其长期发展战略以及中央和地方各级政策。电动汽车的技术和市场均在持续变化中，这就要求中国继续保持相关政策的动态调整，以期在不远的将来实现其在产业发展、出行变革、能源安全、空气质量和气候变化等方面的各项目标。

1. 介绍

2019年是中国电动汽车标志性试点项目“十城千辆”工程启动十周年。在过去十年中，中国已快速成长为全球最大的电动汽车市场，电动轿车累计销量占世界总量的一半，电动公交车和卡车累计销量占世界总量的90%以上。中国的公共充电基础设施数量超过了美国、欧洲和日本三地的总和。从产业、技术和商业模式来看，中国制造的电动汽车车型正逐渐打入世界市场，中国拥有领先的量产动力电池技术且不断创新，还是全球范围内电动出行商业模式创新最为活跃的地区之一。

尽管中国目前站在了全球汽车电动化变革的前沿，但这条路并不平坦。面对不断变化的市场需求，中国持续调整和完善中央和地方各级的政策（如补贴等财税激励政策、汽车油耗法规等法规要求、地方激励政策、充电基础设施建设政策等），积极推动电动汽车这一新兴市场的扩张；这条路也远未结束，电动汽车的技术和市场还在持续变化的过程之中，这就要求中国继续保持相关政策的动态调整，以期在不远的将来实现其在产业发展、出行变革、石油安全、空气质量和气候变化等方面的宏伟目标。

本研究就是在这个大背景之下开展的。通过对中国电动汽车发展历史的回顾，本研究深入挖掘了中国电动汽车市场飞速成长的原因所在，并总结发展的经验、教训和挑战。我们不仅通过客观史实来描绘这段历史、通过国际比较来评价这段历史，还通过对长期追踪中国的电动汽车发展并能够结合本国实践分享心得的国际专家的访谈来反思这段历史。

我们希望这一研究不仅能助力中国的政策制定者评顾过去、展望未来，也能够为希望借鉴中国经验来推动本地电动汽车发展的其他国家和地区的政策制定者提供支持。这样，全球就能够一道从中国过去十年发展的经验和教训中学习，并确保在新的十年取得更大的成功，加速迈向清洁交通、绿色未来。

本研究报告共分为8个章节。第2章介绍了中国新能源汽车四个发展阶段的详细特征；第3至6章通过大量数据分析，将中国与其他领先电动汽车市场在市场规模、产业发展、供应链、车辆和电池技术以及充电基础设施方面的关键发展指标进行了对比，量化评估了中国新能源汽车十年的发展成果；第7章对电动汽车未来进行展望并比较了部分国家和地区的长期、全面电动化愿景目标；最后一章综合了前面的历史回顾、量化国际比较和国际专家观点，为中国电动汽车的持续发展和成功提出了一套行动建议。

尽管中国的“新能源汽车”政策涉及所有电动驱动技术，但本次分析的重点是轻型车上应用的主流技术：即插电式混合动力汽车（PHEV）和纯电动汽车（BEV），两类车辆统称电动汽车。另外，本文在特定语境下将电动汽车和新能源汽车两个术语互换使用。

2. 中国电动汽车发展的关键里程碑回顾

本章回顾了中国新能源汽车发展的四个历史阶段。我们讲述的是新能源汽车发展近二十年的历史，但新能源汽车的定义在这二十年间并非一成不变，而是体现着各个历史时期国家政策对汽车电动化技术（包括传统混合动力、插电式混合动力、纯电动、燃料电池等）的不同侧重。在讲述每个阶段时，我们涵盖了这个时期的主要汽车产业战略、规划、政策和新能源汽车市场表现。

2.1 2009年以前：探索引领全球的汽车工业发展战略

2009年是中国电动车发展的一个重要里程碑。前国家主席胡锦涛在那一年的全国政协会议中提到，发展新能源汽车代表了世界汽车业发展的方向，也符合中国的国情，预示着中国将正式确立发展新能源汽车的国家战略。

这一战略其实可以溯源到上世纪90年代。中国一直在探索一条能够使其真正成为世界汽车强国的发展“快车道”。在世纪之交的路口，中国汽车工业在规模上已经相当可观，却“大而不强”。那时，在中国销售最好的汽车几乎都是由西方公司设计、合资企业生产的。经过几十年的技术追赶，中国汽车制造企业与全球竞争对手在传统内燃机技术方面依旧存在着较大差距。2001年，中国加入世界贸易组织（WTO）后，在更加开放的市场带来的压力下，这个汽车大国的战略转型迫在眉睫。（新华网，2018）。

恰在这一关口，一条可能的发展“快车道”出现了：新能源汽车是当时“863计划”的首席科学家提出的概念。“863计划”是中国国家高技术研究发展计划的别称，因为在1986年3月首次发布简称为863。历史上的“863计划”在推进中国航空航天等重大科技工业方面起到了核心的作用，也因此在这个世界上闻名。在这位首席科学家看来，发展新能源汽车是中国汽车工业崛起的机遇，中国可以在这个领域上超越西方国家并引领中国汽车工业走向零排放技术的先进道路。

2001年起始的“十五”“863计划”启动了电动汽车重大专项，并首次确立了“三纵三横”的技术研发布局：即以混合动力汽车、纯电动汽车、燃料电池汽车为三纵的整车技术路线和以多能源动力总成控制系统、电机及其控制系统和电池及其管理系统为三横的系统技术路线来构建中国电动汽车自主开发的技术平台。这一技术战略部署一直引领着后续十五年中国新能源汽车产业的发展。

“十五”计划期间，国家对“863”电动汽车重大项目投入8.8亿元（约合1.25亿美元），支撑一批有技术实力的汽车制造企业和大学形成合作伙伴，在上述技术路径下合作进行技术研发。其中一汽、东风、长安和奇瑞专注于混合动力汽车；上汽集团和同济大学合作开发燃料电池动力系统（中国汽车工业协会，2004）；清华大学、北京理工大学、福田和北京公交公司合作开发燃料电池和纯电动公交车（清华大学，2002）。2004年，项目确定了北京、天津、武汉和威海作为第一批合作城市配合新开发的新能源汽车技术落地。

“十一五”期间，“863”电动汽车项目从资金投入和项目规模都进一步扩大，纳入了更多的城市和汽车生产企业（科技部，2007）。除了推动技术进步外，这些“863”项目孕育出了中国独特的官、产、学、研的多方合作机制，集结社会各方资

源共同决策和实施新能源汽车的发展战略。这种伙伴关系对后来十几年中国迅速推进新能源汽车发展起到了重要作用。2006年底，新能源汽车重大项目总体专家组正式成立，其中有十三位来自汽车企业、电池和零部件制造商以及研究机构的顶级专家。

也是在“十一五”期间，中国开始将新能源汽车从实验室研发推向示范阶段。2007年，国家发改委发布了《新能源汽车产品市场准入管理办法》（国家发展和改革委员会或发改委，2007），规定了新能源汽车产品量产的门槛和技术标准，为新能源汽车投放市场奠定了基础。在2008年北京奥运会期间，中国自主生产的500辆新能源汽车首次亮相。客观地说，在这个阶段，中国的汽车制造企业还未能真正掌握电动汽车的核心技术，供应链也尚未建立起来。尽管如此，奥运会新能源汽车示范极大地增强了企业的信心，促使了新能源汽车产业加速发展。自此，中国以新能源汽车为核心战略打造世界一流汽车产业的决心更加坚定。

2.2 2009-2013年：在实践中不断完善战略

这一战略恰逢其时。2008年，经济危机在全球爆发，油价飙升，影响了包括中国在内的许多经济体的能源安全。在太平洋彼岸，为了应对经济衰退，奥巴马政府推出了大规模的经济刺激计划，其中包括为美国清洁能源产业注资数十亿美元的庞大产业发展计划（Ball，2019）。一方面，这次全球危机令中国领导层深切感受到能源安全的重要性，从而坚定了发展新能源汽车的信念。2010年底，新能源汽车产业被国务院确定为中国七大战略重点新兴产业之一（国务院，2010）。这标志着新能源汽车发展被赋予了新的历史使命，即在未来交通出行需求急剧增长的情况下，保障国家的能源安全。

另一方面，中国的决策者们也受到奥巴马经济刺激政策的启发，开始着手推动中国自身的清洁能源产业发展。2009年3月，国务院发布了《汽车产业调整与振兴规划》（国务院，2009年），首次提出大规模发展新能源汽车的目标，即到2012年实现50万辆混合动力、插电式混合动力汽车和纯电动汽车的产能目标，届时，新能源汽车将占乘用车销量5%的市场份额。此时的新能源汽车定义仍包含了广义的新能源技术，如传统混合动力技术。政府为此计划拨款100亿元并提供了大额的低息贷款，以刺激新能源汽车和其他清洁能源产业的投资。此外，《规划》要求建立新能源汽车大规模示范试点，从城市公交、环卫邮政车、出租车等市政车队开始，逐步扩大到商业和私营部门的车辆。为配合《规划》实施，中国政府启动了具有里程碑意义的“十城千辆”计划（财政部，2009），即每年在大约10个城市、每个城市推出大约1000辆新能源汽车，这样三年内，在全国范围推广超过3万辆新能源汽车。

北京、上海、深圳、武汉、杭州、重庆、长春、大连、济南、合肥、长沙、昆明、南昌被列入第一阶段试点城市名单。随后的约1年时间里，国家发改委、工信部、财政部和科技部联合批准了第二阶段七个试点城市：天津、海口、郑州、厦门、苏州、唐山和广州（财政部，2010）和第三阶段五个试点城市：沈阳、呼和浩特、成都、南通和襄阳（黄，2010）。这25个试点城市总共拥有当时全国30%以上的汽车保有量，其中许多城市是汽车制造企业所在地（Gong, Wang & Wang, 2017）。在这25个城市中，有5个城市（上海、长春、深圳、杭州和合肥）还被指定为发展私人新能源汽车市场的前沿试点。

政府为“十城千辆”示范项目的实施提供了大量补贴资金。《关于实施节能与新能源汽车试点的通知》详细规定了符合国家补贴要求的汽车技术类型、技术标准以及补贴标准（财政部，2009）。除国家补贴外，示范城市还需要为消费者购买新能源汽车提供配套补贴，以及为充电基础设施的建设和维护提供配套资金。补贴额度的设计原则是为了抵消新能源汽车和传统燃油汽车之间的前期成本差异，因此，根据车辆类型、技术路线和性能参数的差异新能源汽车获得的补贴也不同。一般来说，车型越大、技术越复杂获得的补贴就越多。比如在这一时期的补贴政策中，纯电动公交车能获得最高50万元/车（约合7.14万美元/车）的中央补贴，燃料电池公交车可以获得最高60万元/车（约合8.57万美元/车）的中央补贴。

新能源汽车补贴政策和其基本设计思路在接下来的十年中一直沿用下来。当然，相关的技术门槛和具体补贴额度在十年中有针对性地进行过多次调整。在2009-2016年期间，中央政府为新能源汽车提供了大约126亿元人民币（约合18亿美元）的补贴资金（工信部，2019a）。加上示范城市的配套资金以及其他新能源汽车示范项目（如上海世博会期间的示范车队）的资金，中国政府为发展新能源汽车投入的资金比上面的数字更为可观。除了购置补贴以及研发投入外，政府还采取了财税激励政策。比如2012年，财政部和税务总局免去了新能源汽车的车船税（财政部，2012a）和新能源公交车的购置税（财政部，2012b）。

“十城千辆”计划为示范城市设定了新能源汽车推广的目标。一些地方政府并不满足于这些目标，而是制定了更高的发展目标。例如，深圳、北京、上海和广州计划在其市政公交车队中推广9000、5000、4150和2600辆新能源汽车。按这些城市级的目标，到2012年底，中国公共服务领域新能源汽车总量将达到5万辆（Gong, Wang & Wang, 2017）。除了上述公共服务领域的目标外，5个私人新能源汽车示范城市提出在三年内推广12.9万辆新能源私家车的目标。

然而，这些初期示范城市的推广结果并未达到预期。2011年底时，25个城市的公共服务领域车队目标平均只实现了40%左右（Gong, Wang & Wang, 2017）。截至2012年底，只有7个城市实现了1000辆的推广目标（Economy, 2014），公共服务领域的新能源汽车推广总量只有约2.3万辆，私人购买的新能源汽车仅推广了4000辆（Xiao, 2018）。

回顾这一新能源汽车发展的初级阶段，一些经验教训值得深思。比如，这一阶段企业并未向市场提供足够多的新能源汽车车型且早期技术不成熟，不能满足车队实际运营的需要（Wang, 2019）。一些地方政府出于保护本地汽车制造企业发展优势的目的，明显倾向于补贴当地的汽车制造商并给非本地企业出售其新能源汽车设置重重障碍。这些地方保护主义使得中国刚刚起步的新能源汽车产业无法取得规模化的发展，难以形成大而强的领头羊企业。此外，政府通过资金和补贴主导着新能源汽车的技术选择和研发，一些技术参数的发展趋势并非市场的驱动，技术路线研发的摊子铺的也过大。最后，尽管政府提供了大量的补贴资金以促进新能源汽车的购买，但对于充电基础设施的投入和扶持却远远不足。这大大削弱了新能源汽车运营使用的便利性。

这一阶段的经验教训为中国理清了前进的目标。在充分研判了电动化技术的发展趋势后，中国的决策者将未来的新能源汽车技术战略定位调整为大力发展插电式电动

汽车（即插电式混合动力、纯电动和燃料电池汽车），以传统混合动力技术为辅。相应地，“十二五”期间，新能源汽车研发经费增加到了14亿元（约合两亿美元），主要用于支持电池技术的发展（中国新闻网，2013）。2012年国务院发布的《节能与新能源汽车发展规划（2012 - 2020年）》也明确体现出上述技术路线的转变。根据这一中期规划，到2015年中国将生产50万辆插电式电动车，2020年这一目标提升到200万，累计新能源汽车数量达到500万辆（国务院，2012年）。中央财政安排40亿元专项资金支持实施这一规划，侧重研发新能源汽车车型及关键零部件。

（ChinaNews, 2013）。中国的决策者们很快达成了共识：汲取早期的经验教训，采取新一轮、更强有力的政策来推动新能源汽车的发展，并依据这一新兴市场的发展动态适时调整政策和目标。

2.3 2013-2017年：新能源汽车市场开始兴起

2013年冬天，一场笼罩全国的“大雾霾”愈发唤起决策者们、尤其是地方政府对新能源汽车的关注。北京市起初为解决城市交通拥堵的问题在2011年启动了乘用车数量调控措施，设定了逐年递减的新增小客车指标，新车用户需要通过摇号系统来获得新车的牌照（北京市政府，2011年）。这一小客车总量控制措施在“大雾霾”之后变身成消费者购买新能源汽车的主要动力。为应对空气污染，北京宣布从2014年起将新增小客车指标配额从起初的每年24万辆削减至每年15万辆，其中2万辆配额分配给了新能源汽车。更重要的是，在新车牌总数保持不变的情况下，新能源汽车牌照的标配额度在后来的三年逐步增加到6万辆（Xu, 2013）。这意味着，到2017年，新能源汽车将占当年新增小客车数量的40%。纵观全球各级政府为刺激电动汽车所采取的各类经济激励措施，恐怕也难敌北京这一非经济政策对新能源汽车市场的刺激效果。

地方政府的政策创新并未止步于此。2013年后，国家建立起了空气重污染预警制度。2015年，北京发布了首个重污染红色预警（预警制度的最高级别），并按照这一预警级别的管控措施预案开始对传统燃油汽车实行单双号限行，但是零尾气排放的纯电动汽车则不受这一限制。上述两项地方创新政策（新能源汽车牌照配额优惠和交通管制豁免）大大激发了消费者对新能源汽车的购买意愿，并很快使北京成为中国最大的电动汽车地方市场之一。在2013年底时，北京的新能源汽车数量还仅有几千辆，其中大部分是奥运会清洁汽车项目部署的市政公交车。但到了2017年，这一数字飙升至6万辆，其中三分之二是私家车，说明北京已经逐步确立了新能源汽车的消费市场。

也是从这一时期起，新能源汽车肩负起它既振兴国家汽车产业、提高国家能源安全之后的第三个重要历史使命：减少空气污染。2013年，中国生态环境部牵头编制了迄今为止中国为防治空气污染最为严厉、最具综合性的《大气污染防治计划》。这份通常被叫做“大气国十条”的计划把推广新能源汽车列为十条关键大气污染防治举措之一（国务院，2013）。在中央的指导下，各级地方政府很快将新能源汽车推广目标写入地方的清洁空气计划中（Li, 2019）。例如，北京的目标是到2017年年底，总共部署20万辆新能源汽车（周，2013）。

以史为鉴，国家对新能源汽车的补贴政策也进行了调整，纳入相关条款以打破地方保护，并明确各级政府在采购公务车队时优先考虑新能源汽车（财政部，2013）。2014-2015年，新能源汽车试点城市由25个增加到88个。城市成为推动电动化出行的前沿阵地，并开创了很多独具特色的激励政策。天津和杭州这两个特大城市紧随

北京之后，为新能源汽车提供了上牌和限行政策方面的优惠 (Li, 2014)。许多城市加大公共充电设施的投入力度，让新能源汽车的出行变得更为便利。一些城市则通过减免年检费和停车费来降低车主成本。还有一些城市着力于推动新能源汽车共享、租赁和其他车队计划 (Cui et al., 2018; He et al., 2018)。这些城市层面的新能源汽车激励措施效果显著。到2015年，30个领先的电动汽车推广城市占据了全国电动汽车市场的84%。

这些领先城市探索出的新能源汽车推广政策经验被纳入到2014年发布的《关于加快新能源汽车应用的指导意见》，从而在全国范围内得到更广泛的应用 (国务院, 2014)。这份指导意见从六个方面构建了一套较为完整的新能源汽车发展的生态环境：即建立充电基础设施以满足电动汽车的增长需求；培育新能源汽车共享、分时租赁等创新商业模式；提供补贴以刺激电动汽车消费；扩大新能源汽车在公共、市政和企业车队的应用；打击地方保护主义；提高消费者意识。为配合《指导意见》的实施，政府先后出台了免征新能源汽车购置税 (财政部, 2014a)，政府及公共车队对新能源汽车采购要求 (国家机关事务管理局, 2014) 和充电基础设施奖励措施 (财政部, 2014b) 等政策。2015年国家进一步稳定和调整了新能源汽车补贴政策，宣布补贴将会延续至2020年，但也释放了补贴将逐年退坡的信号 (财政部, 2015)。

此后的新能源汽车发展如星火燎原，由88个试点城市蔓延到全国范围超过300个各级城市。这标志着历史性的“十城千辆”时代结束，中国进入了全面发展新能源汽车市场的新时期。2013-2015年的短短两年间，中国新能源汽车年销量实现了从1.8万辆到33万辆的爆发性增长，成为全球最大的新能源汽车市场。国家主席习近平于2014年提出，发展新能源汽车是迈向汽车强国的必由之路 (Yang, 2014)。次年发布的《中国制造2025》将这句话体现在汽车工业的中长期战略中，提出了“建立从关键零部件到整车的完整工业体系和创新体系，推动自主品牌新能源汽车同国际先进水平接轨”的战略目标 (国务院, 2015年a)。仅从2015年中国新能源汽车的市场表现看，中国无疑已经成为了世界上的新能源汽车大国。

然而就在将新能源汽车由大做到强的征程上，中国迎来了一次重大的考验。2016年，新能源汽车骗补事件曝光，五家新能源公交车生产企业存在典型骗补行为，涉及超过十亿人民币 (约合1.5亿美元) 的补贴金额 (Yan & Dou, 2016)。这些事件的疑点起始于2015年末，一些公交车企业的新能源汽车销量出现了惊人的增长，甚至仅其12月单月销售量就超过了过去全年正常产量的几倍 (Chen, 2016)。在这些端倪被某家独立商业杂志曝光后，中国财政部等四部委开展了官方的审查行动，揭露了投机者套取国家财政补贴的种种手段：包括申报补贴车辆并未完成生产、伪造销售数据、通过非法渠道进行车辆注册、使用不符合补贴规定的电池，以及将电池在车体上重复使用等 (Yan & Dou, 2016)。

骗补事件带给了中国决策者深刻的反思。本应是扶持新能源汽车发展的政策却给产业和消费者信心带来了沉重的打击。过去的补贴政策对汽车制造企业信任有余、监管不足，导致了国家的巨额补贴成为了一些唯利是图的企业的诱饵。后果则是“虚胖”的新能源汽车销量，在这销量背后有可能并不存在真正的消费者；大量资金进入了产业“淘金客”的口袋，并未补贴到真正需要扶持的技术创新。

经过这一课，中国决策者对新能源汽车补贴政策进行了更加彻底的变革，有针对性地将补贴投放到真正的先进技术，奖励续航里程更长、能耗更低的车辆，同时进一步明确补贴逐步减少，到2020年后完全退坡的计划 (Cui et al., 2017)。修正后的补贴政策还增加了实施监管方面的条款，如商用新能源汽车必须达到至少3万公里的累计里程才能获得补贴，监管部门会开展随机检查，严惩欺诈行为等措施。同时，中国明确并加严了新能源汽车产品市场准入的技术门槛，出台了超过40个详细的技术标准——包括7个电池标准，2个电动驱动电机标准，4个整车安全标准和3个能效标准。

虽然财政补贴在逐渐淡出政策舞台，2017年初，中国推出了一项创新政策：这项称之为“双积分”的法规既要求汽车生产企业达到其传统燃油车辆的油耗标准，又规定其必须生产一定比例的新能源汽车。这项法规于2019年正式实施。具体而言，在新的政策下，年产销量超过3万辆的生产（和进口）企业除了满足油耗标准外还需要在2019和2020年分别满足相当于其总产量（或进口量）10%-12%的新能源汽车积分要求。油耗标准或新能源汽车积分不达标企业可以从拥有更清洁的车辆技术的竞争对手那里购买积分。这项政策部分借鉴了美国加利福尼亚州的零排放车辆法规。在由中国和加州的政策专家组成的“中美零排放汽车政策实验室” (Clegern, 2017) 两年多的努力下，这一加州标志性的法规得以在中国独特的土壤中生根发芽。由“双积分”法规接力财政补贴体现了国家推动新能源汽车产业的政策杠杆从“胡萝卜”（即经济激励）逐步转向“大棒”（即强制法规）。

同时，政府开始致力于解决充电设施不足这一新能源汽车消费市场的主要障碍。2015年出台的《电动汽车充电基础设施发展指南》和《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》设定了2020建成1.2万个集中式充、换电站和480万个分散式充电桩的目标，以满足500万辆新能源车辆的充电需求（发改委，2015；国务院2015 b），并对全国城际快充网络进行了规划。为配合这些目标和规划，2016年财政部发布了充电基础设施建设奖励政策，城市最高可申请1.2亿元人民币资金用于的充电基础设施建设（财政部，2016）。

这一时期，汽车节能环保法规也起到了催化新能源汽车市场快速发展的关键作用。具体来说，中国要求新乘用车的平均油耗到2020年达到5升每百公里，2025年降至4升每百公里以下。2016-2018年间，中国相继出台了比肩世界先进水平的轻、重型汽车尾气排放标准。在这些标准的驱动下，汽车生产企业开始加速研发近零排放技术。此外，中国近年新修订的《大气污染防治法》中赋予了环境保护监管部门更强有力的执法权限。为满足这些法律法规的要求，汽车生产企业必然要使用更昂贵的减排技术，达标成本也进一步上升，使得新能源汽车相对燃油汽车在成本上的竞争力不断提高。

2017年中国出台了《汽车产业中长期发展规划》（工信部，2017b），引导其汽车产业逐步向新能源化过渡。《规划》提出到2020年，新能源汽车年产量将达到200万辆，到2025年，新能源汽车占到新车产量的20%以上。这一目标放在中国汽车市场规模的背景下意味着，2025年将约有约700万辆新能源汽车投放市场，数量上甚至超过了2010到2019年全球新能源汽车销量的总和。

2.4 2018年至今：新能源汽车市场走向成熟

2018年中国新能源汽车销量再创新高，年产量突破了100万辆大关，占当年全球销量的一半以上。更为重要的是，2018年之后，国家对汽车产业、新能源汽车补贴和充电设施等政策的调整和推进无不透露着一个重要讯息：中国新能源产业正逐步走向成熟。在这一阶段，政府决心要摆脱最初发展传统汽车工业的策略方针，不再过度依赖于补贴、政府采购和对外国市场产品征收关税或设置壁垒。取而代之的是，中国正在更大程度地放开市场和逐步增强自身产业的竞争力。

早在2015年就在中国决策层取得共识的国家财政补贴退坡在2018年后进一步提速。比如，在2018年，纯电动乘用车只有达到150公里续航里程才有资格获得补贴，这一门槛在2019被提高到250公里。续航里程更高的电动汽车补贴额度也减少了约一半 (He & Cui, 2019)。在补贴退出的同时，“双积分”政策要求企业的新能源汽车产量保持持续增长。这显示了国家对新能源汽车产业可持续发展的信心。政府将财政支持的重心从车辆生产和销售转向使用阶段的充电设施建设，并提供了多重经济激励。在这些激励措施下，中国在2018年底已建成77万个充电桩。这无疑推动了私人乘用车市场的大幅增长。与历史各个阶段相比，这一时期新能源汽车增量的大头不再来自于市政公交车队采购，而是由于私人消费市场的驱动。

中国开始以前所未有的开放姿态迎接汽车和零部件等关键产业来自全球的竞争。2018年中期，中国宣布将逐步取消汽车制造（尤其是新能源汽车制造）行业的外资股比限制（商务部，2018）。生产电动汽车的外国公司现在不必先与中国企业组建合资公司就可以在中国生产汽车。外资股比限制（要求外资车企必须与中国企业建立合资企业才能在华投资建厂，且持股比例不得超过50%，同一类整车产品也不得在中国建立两家以上合资合作企业）自1994年启用一直延续至今，在历史上扮演着中国本土汽车企业“保护伞”的角色。取消这一限制展现了中国政府对本地企业技术实力的信心，也释放了更多来自国际市场的投资潜力。

这一政策迅速掀起了全球汽车企业在华进行新能源汽车投资建厂的浪潮。2018年以前，纯外资品牌在中国新能源汽车市场的份额仅约5% (MacDuffie & Shih, 2019)。新规发布仅一个月后，特斯拉即宣布在上海临港自由贸易区建设超级工厂 (Ding, 2019)。

中国电动汽车产业的发展、市场规模的不断扩大以及愈发宽松的政策环境吸引了国际传统汽车制造巨头在新能源汽车领域与中国开展合作。宝马与长城汽车将联手在中国生产Mini品牌的电动汽车 (宝马, 2018)。大众更是将中国看作是其在全球最重要的市场，计划于2020年在中国投资40亿欧元，其中约40%用于电动化出行相关研发 (大众, 2019)，并计划到2028年将其全球400万辆电动汽车年产量的一半投产到中国 (Witter, 2018年)。丰田也借着电动汽车发展和出行产业变革的契机，与比亚迪、宁德时代和滴滴建立了合作伙伴关系 (丰田, 2019年a; 丰田, 2019年b; 丰田, 2019年c)。全球汽车企业在中国加大新能源汽车投资的发展趋势已经明显地展露出来：全球对电动汽车产业的投资共约3000亿美金，其中1370亿流向了中国，这其中约半数来自于欧洲汽车生产企业 (Lienert, Shirouzu & Taylor, 2019; Lienert & Chan, 2019)。

除了全球参与者外,在这一时期,中国国内的电动汽车初创企业也开始涌现和蓬勃发展,并出现了前所未有的创新。2018年,蔚来汽车成为第一家在纽约证券交易所上市的中国电动汽车生产企业,这是中国电动汽车行业历史上的一个重要里程碑。比亚迪、蔚来、理想、小鹏等私企品牌越来越受到全球汽车行业的关注,他们代表着中国汽车制造业的新势力。如今,这些公司中的一些正在成为全球股市中最成功的筹资者,他们经常被视为是美国电动汽车领头羊特斯拉的竞争对手。这样的竞争力在中国传统汽车行业从未出现过。新的合作和商业模式也在不断涌现,例如互联网巨头百度和腾讯对蔚来汽车进行投资,阿里巴巴对小鹏汽车进行投资以及上汽集团和阿里巴巴在汽车信息娱乐系统方面开展合作,这些都是受到电动汽车智能化和互联化发展大势的驱动,为电动汽车用户提供革命性的服务解决方案。

当下,全球竞争日益激烈。中国在2018-2019年期间出台的各项政策有助于为中国本土企业和外国竞争者在中国市场中创造一个公平的竞争环境。这无疑是值得赞许的,也切实让中国整体商业竞争环境在全球的排名从第78位跃升至第46位(Koty, 2018)。换个角度看,这种开放竞争产生的“鲶鱼效应”也会促使中国本地企业在竞争压力下变得更大更强,将推动中国电动汽车和动力电池产业的不断发展。

正如一位中国高层政府官员指出的,“未来,中国的新能源汽车产业将会继续优胜劣汰、大浪淘沙,一切终将要由市场来决定”(Yang, 2019)。无论内外环境如何,可以确定的是:中国正在引领,或者保守来说至少已经置身于全球汽车产业朝向全面电动化的绿色飞跃。

最后,我们用一幅图展示了中国电动汽车精彩的发展历程,图中标注了不同时期的发展战略、规划和具体政策。

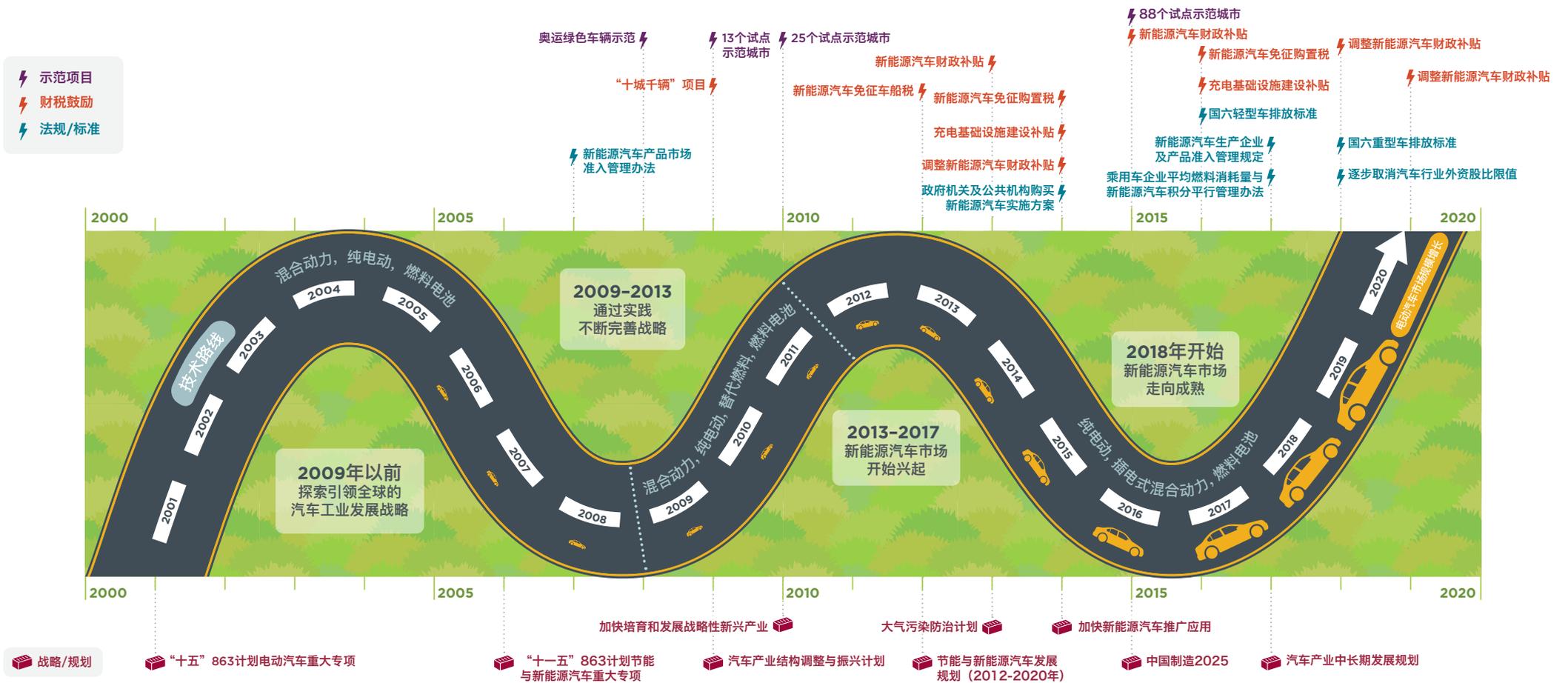


图1. 电动汽车发展的历史回顾

3. 电动汽车市场和产能

本章将从电动车市场和产能两个方面对中国新能源汽车发展的十年进行研判。分析显示，中国是世界上最大的电动汽车生产国，全球电动汽车发展领先的城市大部分是中国城市。分析还显示，中国电动汽车发展战略主要集中在国内市场，这造就了众多国内电动汽车先锋品牌，但尚没有强劲的全局化品牌。

3.1 国内市场

从销量来看，中国在2015年超越美国成为全球最大的电动汽车市场，截至2019年底，依然保持着领先地位（图2）。2019年，中国轻型电动汽车销量达到120万辆，占全球总销量的52%。中国同时也是电动汽车保有量最大的国家，截至2019年底，中国轻型电动汽车累计销量达到370万辆，占全球总保有量的47%（EV-volumes, 2020年）。尽管如此，值得注意的是，在2020年的前8个月，由于新车二氧化碳排放标准的加严和新冠疫情刺激政策的实施，欧洲电动汽车出现了巨幅增长。在此期间，欧洲共售出57万辆插电式电动轿车，与2019年同期相比增长约50%。相比之下，中国售出59.2万辆电动轿车，比2019年同期减少约25%。美国的插电式电动轿车市场在这一期间也萎缩了22%，仅售出16.7万辆。

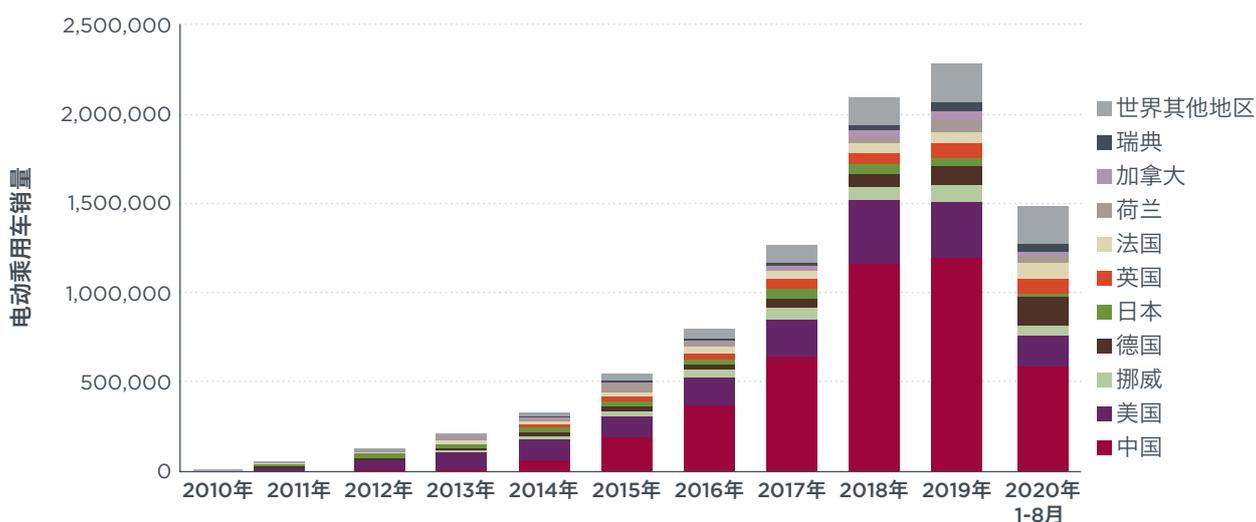


图2. 2010年至2020年8月全球各地市场轻型电动汽车销量
注：基于EV-volumes数据（2020年）

近十年来，中国轻型电动汽车的市场份额不断上升。图3展示了2010年至2020年8月全球前十大轻型汽车市场的轻型电动汽车市场份额（轻型电动汽车的年销量占轻型汽车年销量的比例），并将其与全球平均水平进行了比较。前十大市场中的印度、巴西和俄罗斯没有在图中显示出来，因为这三个国家市场上的电动汽车份额微乎其微。可以看到，2013年以前，中国的轻型电动汽车市场份额一直低于全球平均水平，但在2014年至2018年期间迅速超越了其他市场。2019年，中国轻型电动汽车市场份额达到5.3%，是全球平均水平的两倍以上，也在全球主要汽车市场中排名第一；其次是英国和德国，分别为3.4%和3.1%。需要说明的是，一些规模较小的汽车市场虽然电动汽车市场份额占比很高，如2019年挪威电动汽车市场份额占比58%，冰岛占比25%，荷兰占比15%，瑞典占比12%，但是，在轻型汽车年销量超千万辆的中国市场面前，这些国家的市场体量实在太小。

自2020年开始, 欧洲主要轿车市场的电动汽车市场渗透率显著增加。到2020年8月, 英国、德国和法国的电动汽车市场份额均超过7%, 较2019年有大幅上升。与此同时, 中国同期电动汽车市场份额降至4.3%, 美国则基本保持在2019年的市场份额水平。

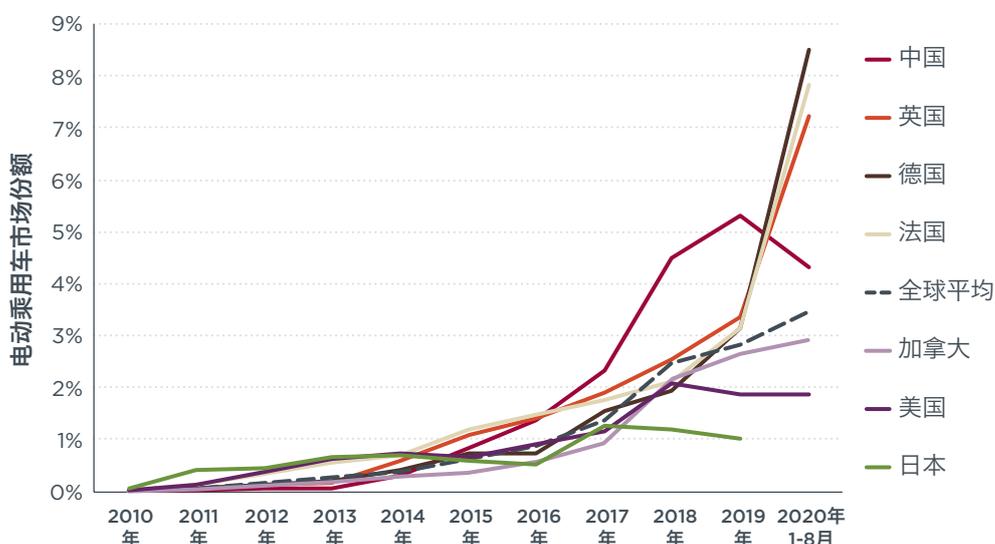


图3. 2010年至2020年8月全球主要轻型汽车市场的电动汽车市场占比
注: 基于EV-volumes数据 (2020年)

虽然本报告关注的重点是轻型车, 但重型车也为中国未来进一步实现电动化提供了一个大好契机。尽管商用卡车是中国空气污染物和温室气体排放的重要污染源, 并且是交通领域的燃油消耗大户, 但中国商用卡车的电动化进程仍处于起步阶段, 并且推动商用车电动化的政策工具也远远少于乘用车。2019年, 电动环卫车在所有环卫车中的销量占比为1.7%, 同理, 电动自卸卡车和牵引车的销量占比不到1%。在公交客车方面, 中国在城市公交电动化方面取得了很大进展, 但电动公交客车在2019年公交客车新车销量中所占的比例仍不到4%, 还需要进一步努力。

3.2 国内产能

通过一系列新能源汽车推广政策, 中国已成为世界上最大的电动汽车市场, 电动汽车产量也位居世界领先地位。图4根据销售地 (纵轴) 和生产地 (横轴), 展示了2010-2019年期间, 全球轻型电动汽车的累积产销情况。从图中可以看出, 中国轻型电动汽车市场相对自给自足, 进口和出口数量都相对较少。从全球范围内来看, 79%的轻型电动汽车是在同一地区生产和销售的, 这意味着大多数汽车生产企业正在将生产基地转移到接近目标市场的位置, 各地区间整体的贸易量十分有限。中国出口的轻型电动汽车不到其产量的1%, 与其他主流市场相比, 出口比例非常小。日本轻型电动汽车出口量约为45.1万辆, 占其产量的66%; 韩国出口量为20.4万辆, 占其总产量的74%; 美国的电动汽车出口率为35%; 欧洲的出口率为17%。因此, 未来, 随着市场的增长和竞争的加剧, 中国有充足的机会来扩大电动汽车的对外出口。



图4. 2010-2019年全球轻型电动汽车累计销量和累计产量的地区分布矩阵
注: 基于EV-volumes数据 (2020年)

还有一种评价中国电动汽车产业发展成果的方式, 那就是比较一下中国和其他国家在轻型电动汽车领域销量较高的企业数量。图5展示了在全球销量中达到较大规模的汽车企业 (即全球累计销量超过20万辆)。条形图用不同颜色表示每款车型的生产企业 (OEM) 总部所在地。在已经形成规模经济的13家汽车企业中, 有4个是中国品牌, 分别是比亚迪、北汽、吉利和上汽。其他一些地区则有两到三个品牌进入前13名, 分别是美国的特斯拉和通用汽车, 欧洲的宝马、大众和雷诺, 以及日本的日产、三菱和丰田。

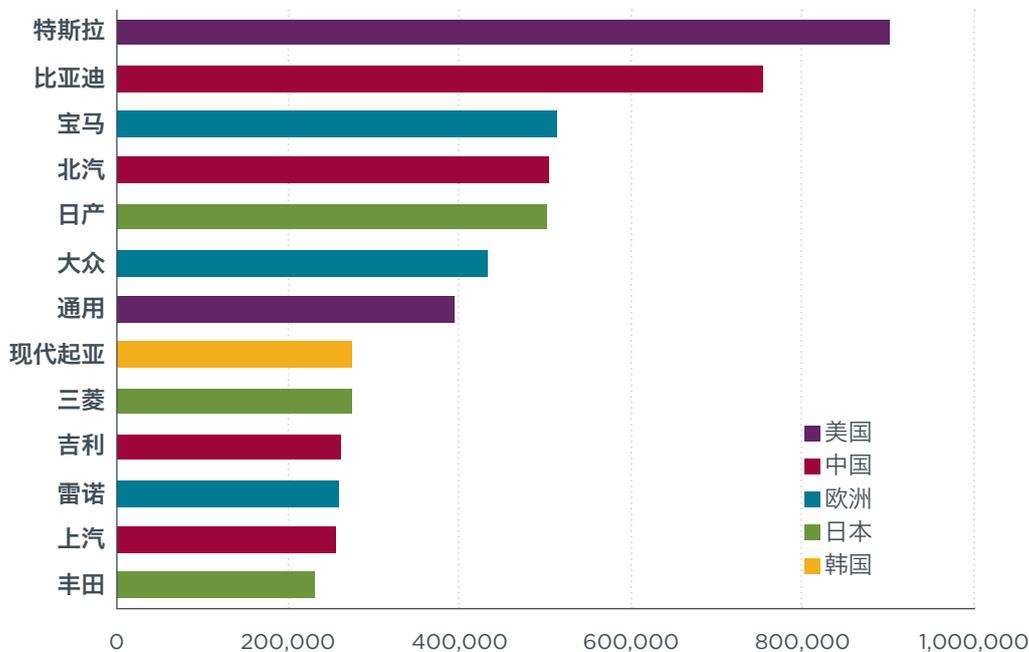


图5. 2010-2019年全球轻型电动汽车累计销量领先的生产企业
注: 基于EV-volumes数据 (2020年)

图6展示了2010年至2019年期间，累计销量排名前20位的轻型电动汽车车型。条形图用不同颜色表示每款车型的装配产地。虽然日产聆风和宝马5系车型是在不同地区的工厂装配生产的，但为了便于统计，我们将日产聆风视为日本车型，将宝马5系视为欧洲车型。在2010年至2019年累计销量最多的前20款电动汽车车型中，有9款是中国车型，而美国和欧盟各有4款，日本则有3款车型入围。

尽管一些中国企业利用庞大的国内市场优势成长为世界领先的电动汽车生产企业（图5和图6），但这些中国品牌几乎没有出口，其品牌效应也难以与主流大企业相提并论。这其中的一个原因是，中国市场上参与竞争的企业数量很多，但尚未形成可以同时吸引国内外消费者的新能源乘用车主流大品牌。

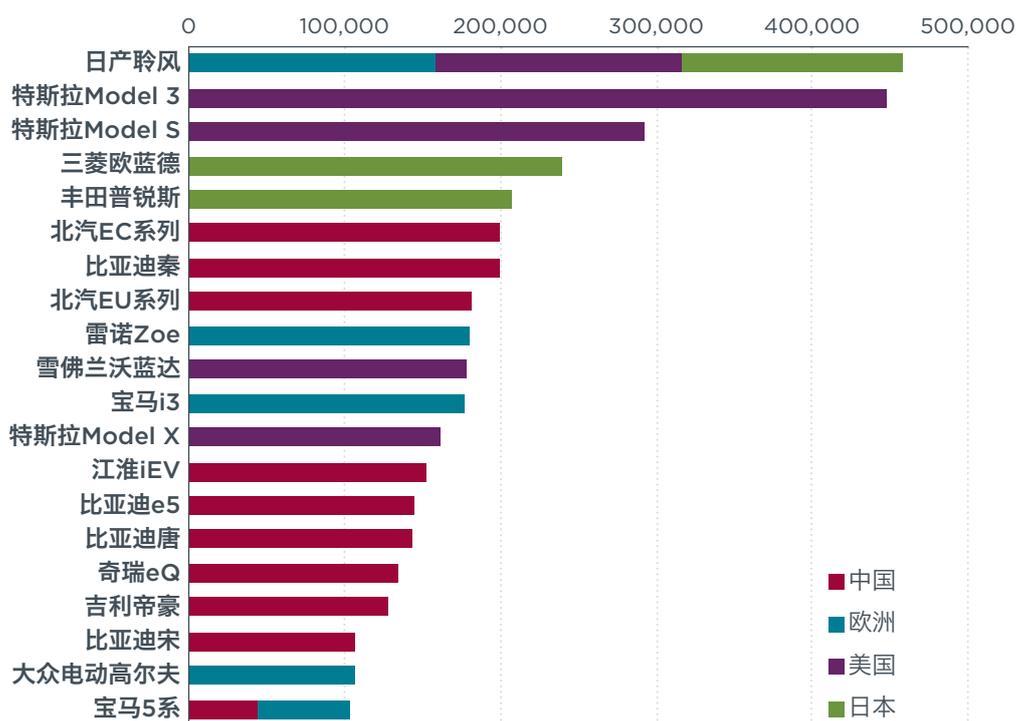


图6. 2010-2019年全球累计销量领先的轻型电动汽车车型
注：基于EV-volumes数据（2020年）

鉴于本报告关注的重点是轻型车领域，上述分析结论仅涉及轻型电动汽车。而在商用车市场中，中国品牌是具有较高的国际影响力的。例如，比亚迪在欧洲纯电动公交车领域的市场占有率超过20%，在智利市场占有率超过65%，在日本市场占有率接近30%。

3.3 地方市场

自2009年中国启动“十城千辆”项目以来，城市一直是中国加速汽车电动化变革的前沿阵地。在中央政府（有时也包括省一级的政府）的指导下，城市制定出了具体的目标和计划，然后通过实施一系列政策措施来保障这些计划和目标得以实现。最激进、最具创新性的电动汽车激励政策往往都是从城市层面开始推广，并且通常是一市成功、多市效仿。例如，很多城市在中央补贴的基础之上又为购买电动汽车提供了大量地方补贴。另外，如前文所述，城市政府还会为电动汽车车主提供一些特殊权益，包括车

辆号牌指标获取以及在对其他车辆实施限行时允许电动汽车进入城市中心区行驶等 (Cui et al., 2018; He et al., 2018)。

即使是放在全球范围内进行比较, 中国这些领先城市在电动汽车市场中的优势也是相当显著的。图7列出了截至2019年底, 全球电动汽车累计销量最高的25个特大城市 (Hall et al., 2020)。在电动乘用车累计销量排名前10位的城市中, 中国城市占据了六席, 分别是上海、北京、深圳、杭州、广州和天津, 排名前25位的城市中有14个是中国城市。截至2019年底, 上海的电动汽车销量超过31万辆, 位居排行榜榜首, 北京紧随其后, 达到30万辆。图中还显示了2019年电动汽车在汽车销售中的份额占比(右轴)。就电动汽车市场份额而言, 柳州以24%的份额占比紧随挪威城市卑尔根(67%)和奥斯陆(64%) 位居全球第三。在13个电动汽车市场份额超过10%的大城市中, 有7个是中国城市。由于中国将纯电动汽车作为汽车产业结构调整的主要战略, 其销量和在售车型数量都远远超过插电式混合动力汽车。

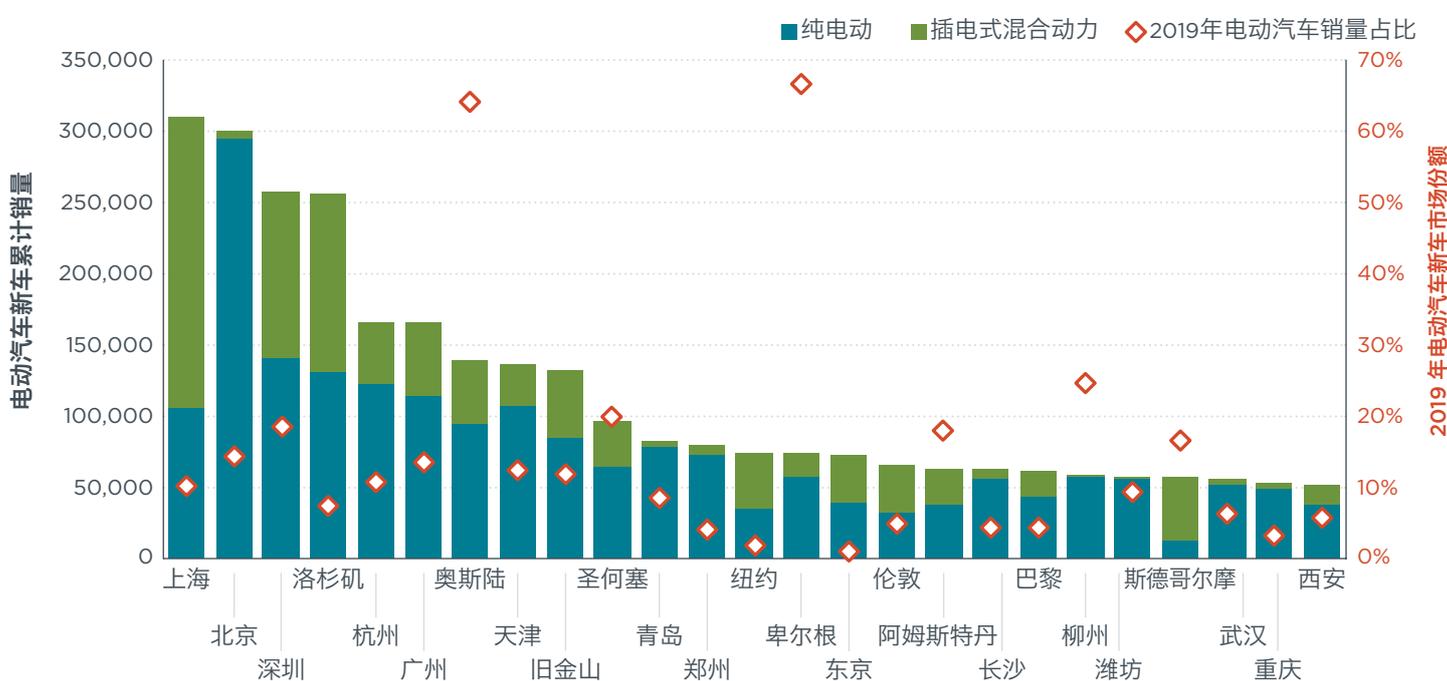


图7. 截至2019年底电动乘用车累计销量全球领先城市 (前25) 和2019年电动汽车在乘用车新车销量中的市场份额占比

4. 供应链

经过国家层面数十年的投入，中国在电池生产供应领域已大幅超越美国和欧洲并建立起了一套相对完善且强韧的电动汽车产业供应链。在研发方面，中国在充电技术、纯电动汽车和通用技术领域拥有较多专利。在供应链上游，中国的产能规模相当可观并拥有部分关键生产原材料的资源储备。中国还通过海外投资和提高自身化学转化技术能力及中游产品产能来进一步保障原材料供应，从而有效填补那些中国尚无法实现原材料自主供应的供应链缺口环节。在供应链的下游，无论是从安装国产电池的电动汽车销量还是从电池总产量来看，中国在电池产能方面都处于国际领先地位。另外，中国还是唯一专门针对新能源汽车电池回收利用出台了相关政策及具体行动指南的国家。不过，在包括半导体等关键零部件供应链的开发方面与国际竞争对手之间还存在较大差距。

4.1 技术专利

图8展示了主要市场持有的专利数量 (Chen et al., 2019)，这项指标可以反映出各国在研发方面的努力以及各国分别掌握着哪些关键技术。中国在快速充电和无线充电方面具有显著优势，拥有这两个领域半数左右的专利。中国在纯电动汽车和通用技术方面也占有一些优势，但优势不及在充电技术领域那么明显，在这两个领域中国仅次于日本，拥有约四分之一的技术专利。然而，在插电式混合动力汽车和燃料电池汽车技术方面，中国的专利持有比例不到总数的5%。在专利方面，除了充电技术以外，日本是所有其他领域技术的领先者，尤其是在燃料电池及插电式和普通混合动力汽车技术方面，日本均拥有半数左右的技术专利。

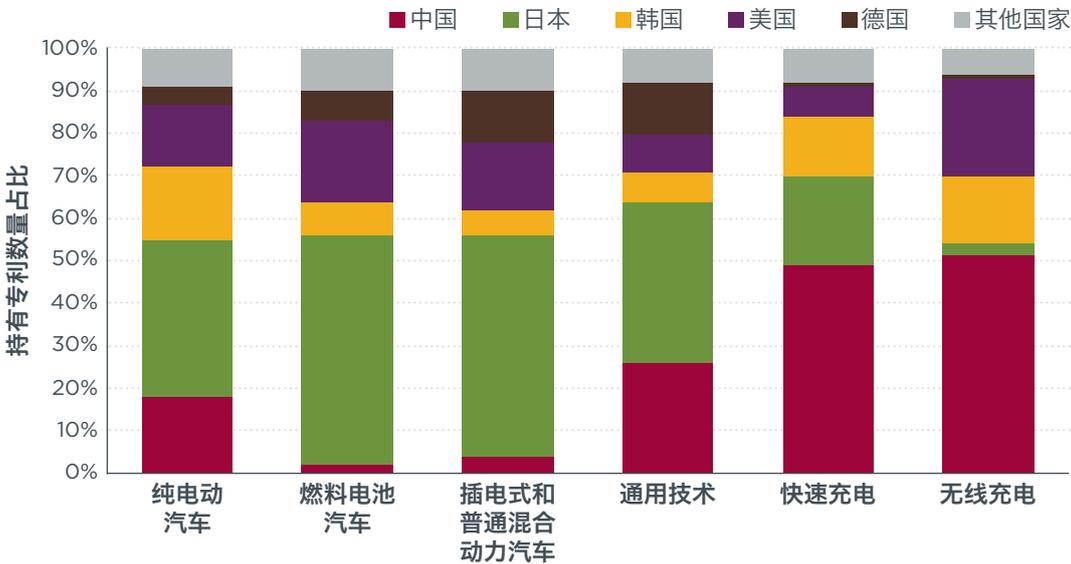


图8. 2018年主要市场电动汽车相关技术专利持有比例
数据来源: Chen et al. (2019)

4.2 电池上游原料和化学转化

目前，电池上游原材料的生产主要集中在世界上少数几个地区。图9左半圆显示了各地区在2019年电动汽车电池关键原材料生产中所占的份额，右半圆展示了各地区的储量占比 (Slowik et al., 2020)。全球最大的锂生产国是澳大利亚、智利和中国，产量份额分别为54.5%、23.4%和9.7%。刚果民主共和国是钴的最主要生产国，其

产量份额超过70%，储量占全球的一半以上。镍矿采掘主要集中在印度尼西亚和菲律宾，中国的镍产量份额为4%，储量占全球总储量的3.1%。稀土金属和天然石墨方面，60%以上都产自中国，另外中国也有较为可观的稀土和天然石墨储量。

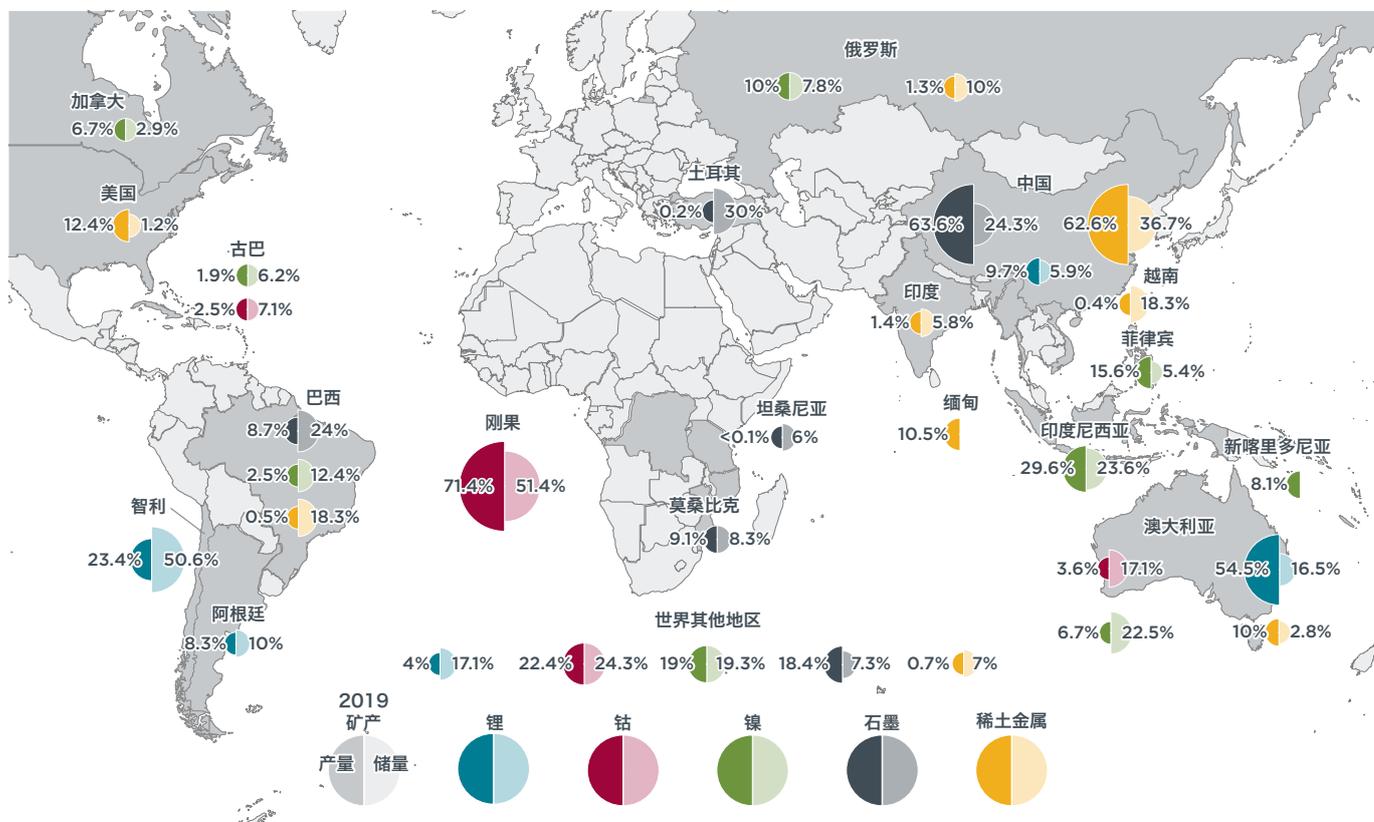


图9. 2019年电动车电池上游原材料矿产资源生产份额和已知储量地区分布情况
来源: Slowik et al. (2020)

图9中所展示的是矿区的所在地，但矿石及矿石开采权不一定完全与矿区所在地一致。例如，中国的天齐锂业持有澳大利亚泰利森锂业50%以上的股份，同时持有位于智利阿塔卡玛盐滩的SQM锂矿四分之一的股权。江西赣锋锂业则控制着澳大利亚马里恩山锂矿项目约半数的股权，同时占阿根廷马里亚纳卤水提锂项目80%以上的股权 (Sanderson, 2019)。因此，如果考虑到中国对海外产能的所有权，中国在全球锂产量中所占份额将增至28%。同样，中国的钴产量份额也可从近乎为零跃升至23% (麦肯锡公司, 2019)。这些投资使得中国降低了原材料供应的风险，并得以支持快速发展的电动车市场。

原材料需要在供应链中经过一系列步骤才能最终成为电动汽车使用的动力电池，包括矿石开采、化学加工处理、阴极和阳极生产、电池制造以及最终应用。其中，化学加工处理是电池生产供应链中价值最高的环节之一。

图10显示了中国在化学品、阴极和阳极等供应链中游产品中的全球份额

(Kumar, 2020)。很明显，中国在这些市场的产能建设方面处于领先地位，并且在提高关键资源保障能力方面做了非常有效的工作。中国锂化学品供应量占市场总份额的51%，钴化学品供应量占62%，镍供应量占52%，这是制造阴极的三个关键元素。因此，中国占全球阴极供应的61%。另一方面，中国是世界上石墨产量最大的

国家,天然石墨和合成石墨阳极供应量占市场份额的86% (Benchmark Mineral Intelligence, 2020)。

锂是所有主流化学电池中最基本的元素。在供应锂化学品的五家主要化学品制造企业 Albemarle、赣锋、天齐、Livent和SQM中,有四家在中国拥有化学转化产业基地。

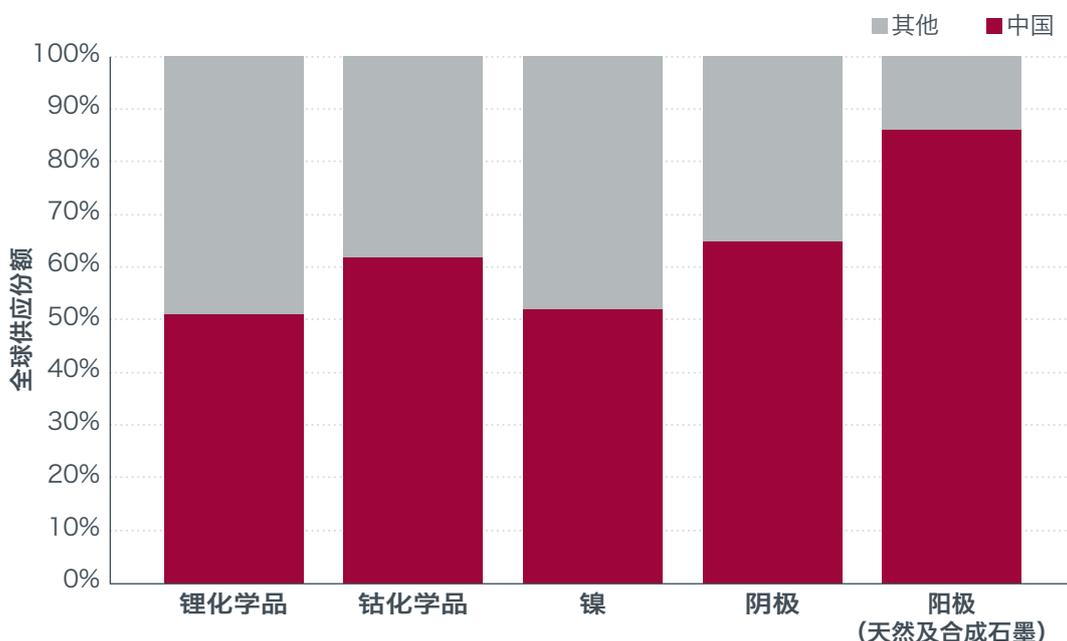


图10. 中国电动汽车电池中间产品的全球供应份额占比

4.3 电池供应

电池生产

图11根据车辆电池供应商的总部所在地展示了轻型电动汽车的历史销量数据

(Slowik et al., 2020)。自2017年以来,装配中国产电池的电动汽车的销售份额已从2012年的不到10%增长到约50%。与此同时,由于中国国内电动车市场的强劲增长,以及中国市场上的电动汽车主要采用的是中国企业生产的电池,装配日本产电池的电动汽车的市场份额近年来有所下降。

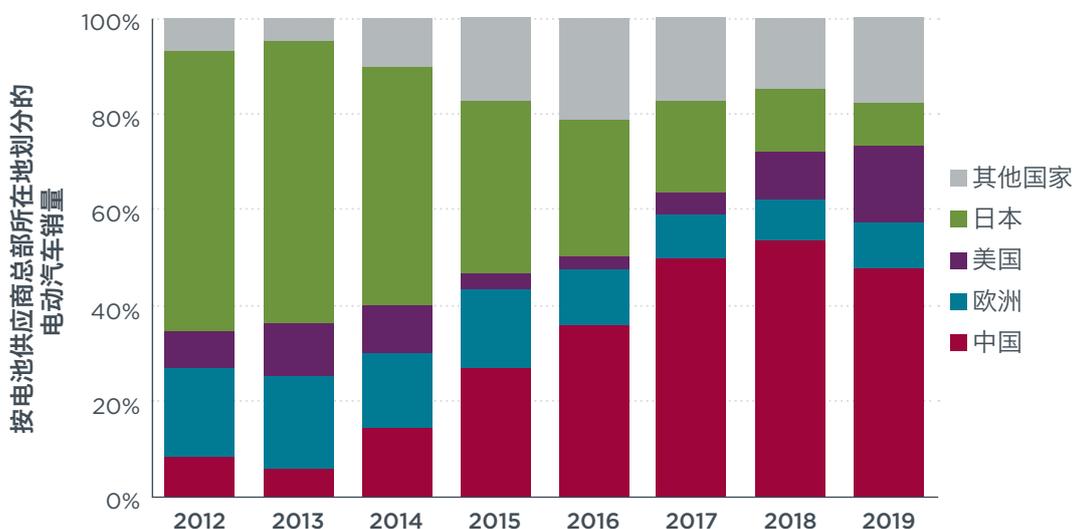


图11. 按电池供应商总部所在地划分的轻型电动汽车销量

图12展示了各国公布的2019至2025年电池产能预期(单位: GWh) (Slowik et al., 2020)。中国是电池生产领域的领头羊, 而且在未来大概率还将继续保持这一领先地位。2019年, 中国占了全球三分之一的电池产能, 预计2025年底以前都将稳定保持这一份额水平。2025年, 全球电池产能预期将超过1000GWh。其中, 中国、欧洲、韩国、美国和日本加起来可占全球总产能的80%, 这些国家预计将继续主导全球电池市场。

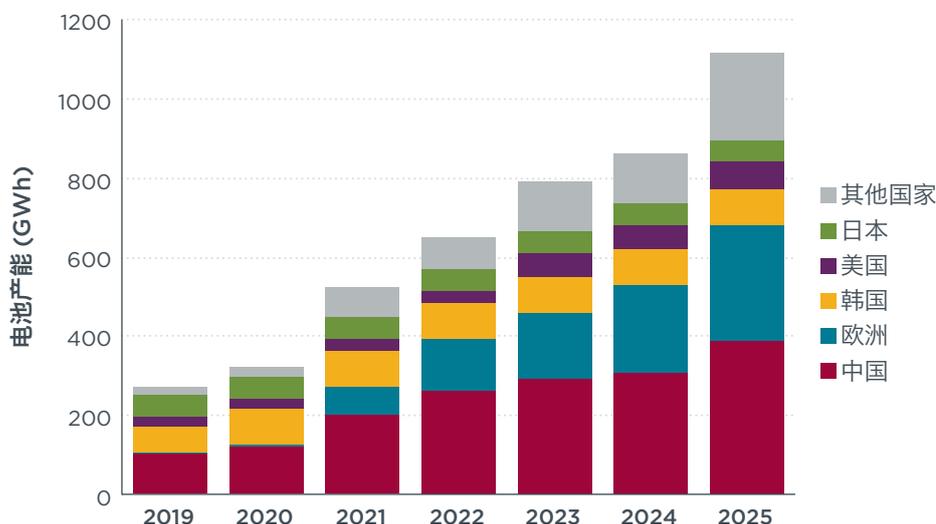


图12. 2019-2025年各主要市场公布的电池产能预期

电池回收

电池回收将对零排放汽车电池材料的长期供应产生深远影响。尽管多年来许多国家都出台了车辆报废或电池回收相关政策, 但这些法规通常都没有明确涉及车辆动力蓄电池。中国是唯一针对新能源汽车动力电池回收出台了专门政策和具体行动指南的国家(工信部, 2019b)。

如图13所示, 2018年全球废旧电池回收能力超过9.8万公吨, 其中大部分为锂离子电池(Mayyas et al., 2018)。其中, 欧洲国家的回收能力约占上述总量的一半, 中国约占三分之一, 美国约占10%, 加拿大和日本的回收能力占比均在6%左右。预计2020年中国动力电池回收总量将达到2万公吨, 相当于27GWh; 2025年将达到8万公吨, 相当于110GWh(新能源电池回收利用专业委员会, 2020年)。为了保障原材料供应安全和降低成本, 在未来十年, 随着更多电动汽车进入报废期, 各国政府需要在电池回收利用方面投入更多努力。

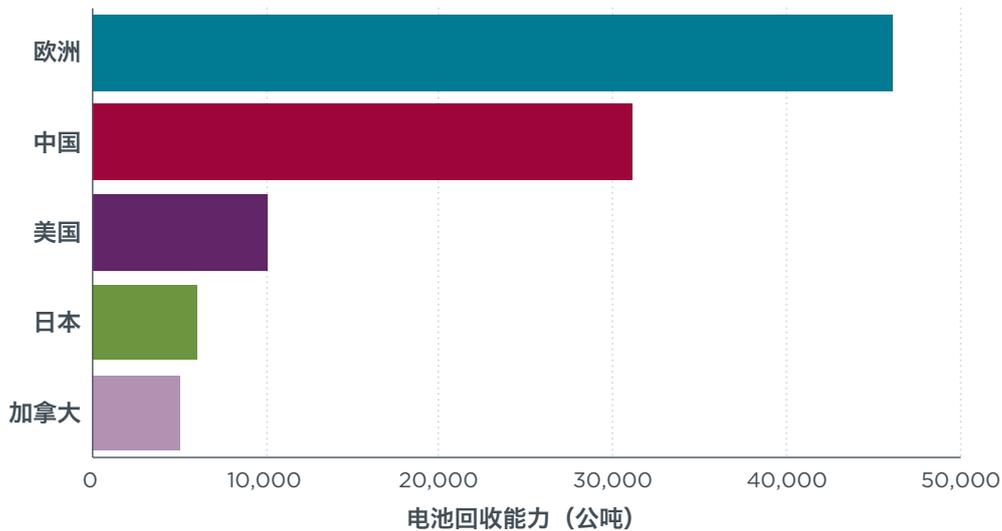


图13. 2018年废旧电池回收能力

4.4 半导体生产

半导体广泛应用于电动汽车产品，主要支持汽车动力控制系统，辅助驾驶系统和多媒体功能。车辆动力系统中的电子控制器件需要半导体产品来实现电流控制（中国汽车百人会 & Roland Berger, 2020年）。高性能半导体产品可减少能量损耗，加快电池充电速度，降低电池成本（中国汽车百人会 & Roland Berger, 2020年；Askren & Andress, 2020年）。一些车辆辅助功能，如导航、自动驾驶、车辆软件更新以及其他触摸屏操作，也需要盲点传感器、车载摄像头和高性能屏幕芯片等半导体硬件产品的支持（制造业商业技术, 2018年）。

尽管半导体产品的应用在制造更高效、更实惠、多功能的电动汽车方面具有重要意义，但汽车半导体生产却仍然是中国的一项薄弱环节。如图14所示，2019年，只有一家中国汽车半导体公司进入全球前20强，美国、欧洲和日本才是汽车半导体产业的主力军。如今，全球汽车半导体产业已经非常成熟，再加上建立该产业供应链的门槛高，产品验证周期长，使得新企业难以形成规模。此外，在汽车半导体产品销售收入方面，中国在2019年也远远落后于欧洲和美国，中国大陆2019年汽车半导体产业的收入额为10亿美元，仅占全球总额的2.5%。

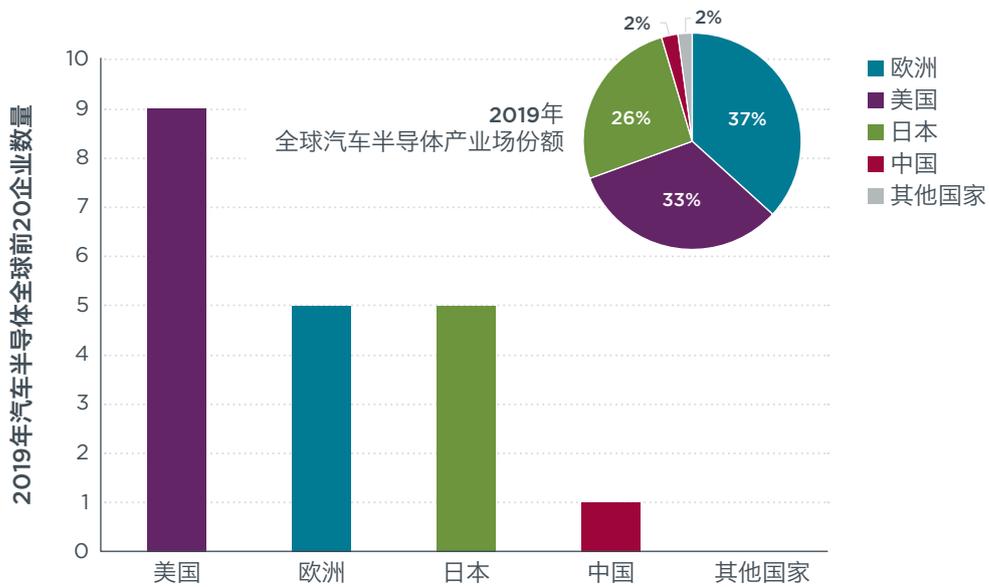


图14. 2019年各市场前20大汽车半导体企业数量及其市场份额
 注：本图根据电动汽车百人会及Roland Berger (2020年) 相关数据绘制

5. 技术进步

十年来,中国持续开展试点和提供中央补贴的核心目的就是推动电动汽车技术的进步。具体而言,2015年以后,中央补贴与电动续航里程、能效、电池能量密度、功率输出等车辆性能参数密切挂钩。因此,车辆和电池技术得以不断发展,在一些关键技术和性能指标方面有了显著进步。分析表明,虽然微型轿车仍然是中国电动汽车市场上最大的车型细分群体,但其市场份额在过去5年中一直在减少。与此同时,电动SUV的市场份额却获得了大幅增长。从2010年到2018年,汽车电池的平均容量增长了约23%。电池技术正在从磷酸铁锂(LFP)电池向镍钴锰酸锂(NMC)电池转型;这一方面是出于成本控制的考虑,但更主要的原因还是政策对于高续航里程车型和高能量密度电池的倾斜。

5.1 车型分类市场

图15显示了2010年至2018年主要市场的轻型电动汽车销量(按车型细分)。在过去十年中,价格相对低廉的微型电动汽车对中国轻型电动汽车市场增长的贡献最大,但这一趋势正在逐步减弱。微型轿车在中国轻型电动汽车销量中的份额从2013年的72%降至2015年的54%,到2018年进一步降至33%。从某种角度而言,这种趋势变革恰恰反映了中国电动汽车产业的历史演变。2015年以前,政府对电动汽车获得中央补贴的技术要求不够严格,不足以带动各大汽车企业去生产主流车型。这些早期政策最终仅仅是给那些生产社区电瓶车或非道路微型电动汽车的小企业带来了收益。这些企业迅速对其生产线进行了调整,开始生产微型电动汽车。2015年之后,补贴政策的技术标准以及最近出台的新能源汽车积分比例管理办法都对电动续航里程和电池容量提出了更严格的要求,从而推动了更大、更主流的电动汽车车型的发展。同时,与传统燃油轻型车的市场总体趋势类似,市场对电动SUV和MPV的需求也在不断增加(Yang, 2018)。在中国轻型电动汽车市场中,电动SUV和MPV的销量占比从2014年的6%增至2016年的21%,到2018年进一步增至35%。

早年间,微型电动汽车在日本、欧洲和美国也很流行,但很快,这些市场开始更加青睐大型轿车和SUV。虽然微型轿车在这些国家市场份额减少的原因各不相同,但一个重要原因是,在21世纪初,虽然微型汽车在一些国家的市场份额占比很高,但绝对总销量并不多,少则几百辆,多则几千辆。随着技术不断成熟和更多车型的上市,消费者有了更多的选择,因此购车需求开始转向了其他车型细分市场。另一个原因是,日本和欧洲的城市轿车在这里被视为微型汽车以便与其他地区进行比较,而他们在传统燃油车中其实一直存在这类车型,属于乘用车中的一个子类别。例如在欧洲,自2010年以来,城市轿车的市场份额占比一直在10%左右(Bieker et al., 2019)。日本市场上的三菱i-MiEV(2015年后停产)以及欧洲市场上的雷诺Zoe、两门Smart和四门Smart在这些地区早些年代的微型电动汽车市场中均占据大部分销售份额。但在中国,微型汽车在传统燃油汽车中并不是主流车型,更多存在于电动汽车领域。

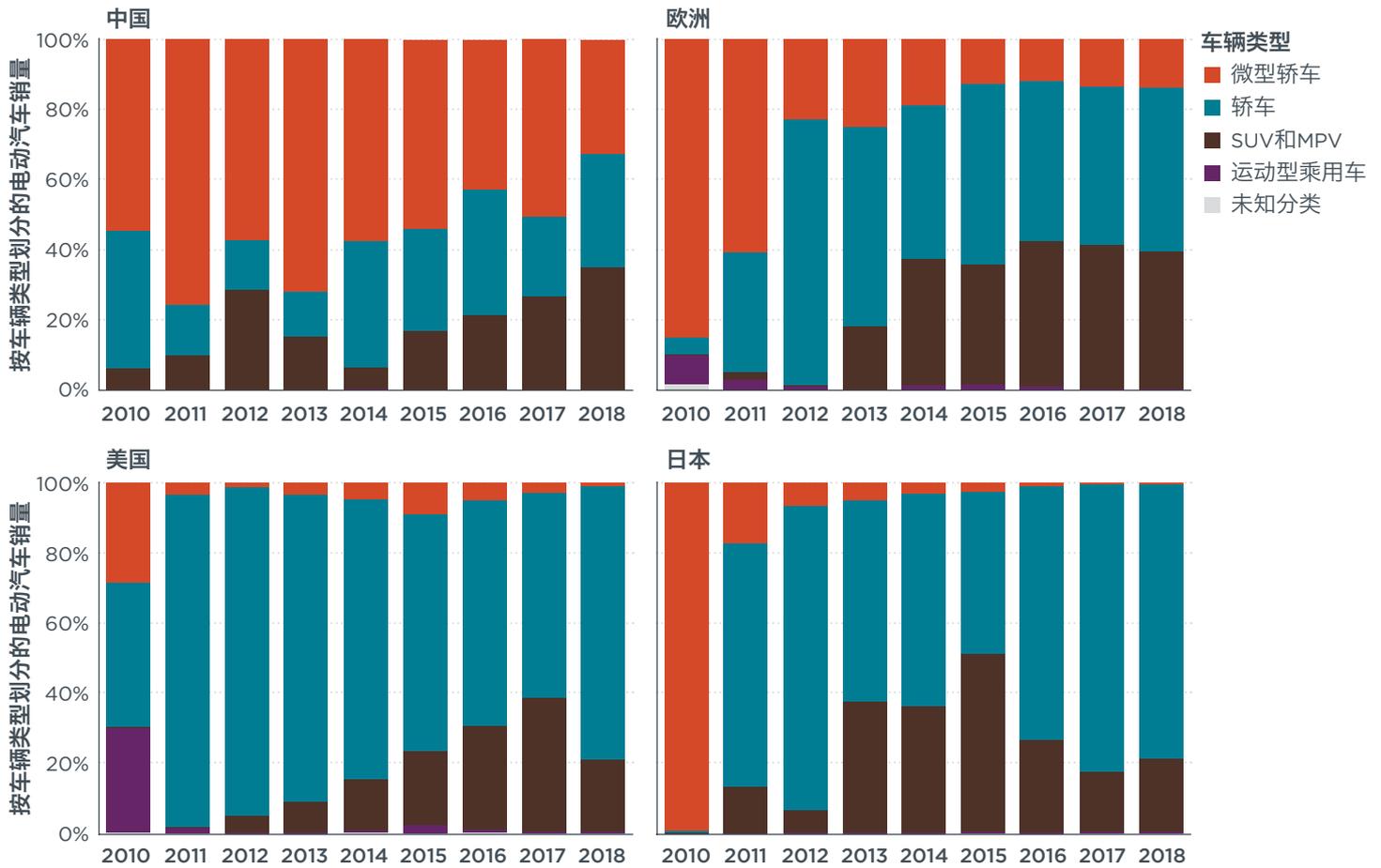


图15. 2010-2018年各市场轻型电动汽车按车辆类型的销量占比
注：基于EV-volumes数据（2020）

随着中国电动汽车市场日益向外国品牌开放，最新趋势显示，中国品牌在一些利润空间最大的汽车细分市场上正在被外国竞争对手超越。图16展示了中国市场向更多外国品牌开放后，2020年上半年按品牌来源地划分的电动汽车销量。在电动微型汽车（A00级）、小型汽车（A0级）和紧凑型汽车（A级）的销售中，中国自主品牌居主导地位，外资品牌则开始在更大的车型（B级、C级）上赢得优势，而很多高端豪华轿车都属于这两个细分市场。例如，特斯拉占据了B级电动汽车近80%的销售份额，梅赛德斯-奔驰、奥迪和宝马在中国C级电动汽车市上占到了90%以上的销售份额。但在SUV和MPV领域，中国电动汽车的一些新势力品牌开始在高端豪华车型市场崭露头角，并与国际品牌进行竞争。比亚迪、蔚来、理想、威马和小鹏这些畅销的新势力电动汽车在电动SUV市场中的份额达到了56%。总体而言，国产品牌在中国电动SUV和MPV销售中居主导地位，2020年上半年市场份额超过了85%。

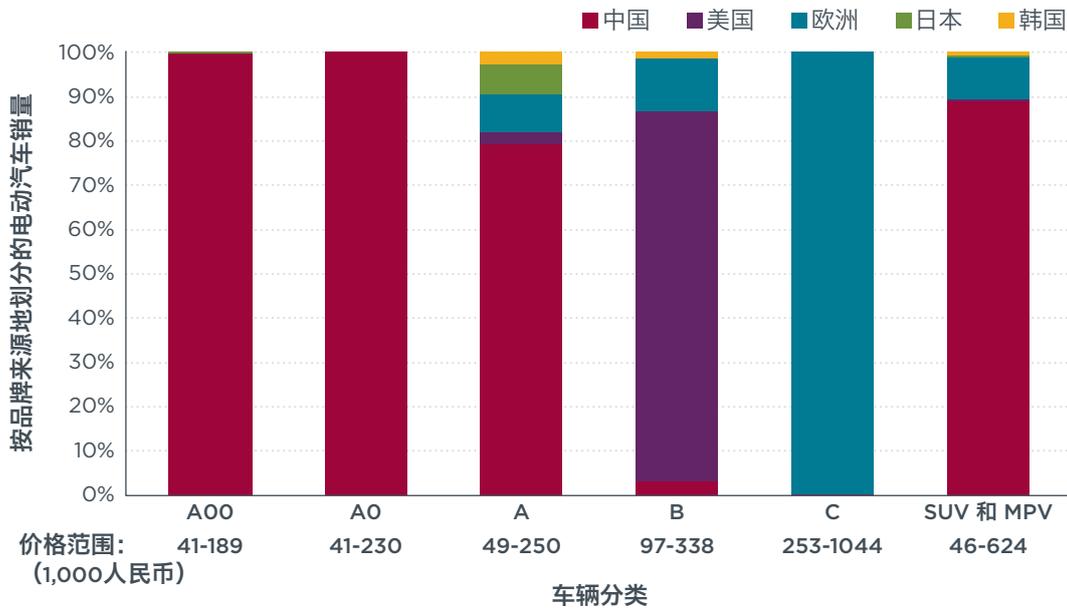


图16. 2020年1至6月按车型和品牌源地划分的轻型电动汽车销量

5.2 电动汽车电池容量

图17展示了2012至2019年各国家和地区纯电动汽车电池容量的销售权重均值。在此期间，纯电动汽车的车型变多了，消费者也有了更多的选择。与此同时，中国市场上纯电动车型的平均电池容量也有所增加。同时，最受欢迎车型的电池容量有所上升。近年来，我们看到有越来越多的电池容量达到80kWh以上的车型。这些现象反映出电池技术在这些年得到了不断发展，政策开始向电动续航里程更大的车型倾斜，生产企业的发展战略以及消费者的偏好都在发生转变。尽管如此，中国电动汽车电池的平均容量仍低于全球平均水平。

我们对插电式混合动力汽车的发展趋势也进行了研究，但并没有观察到类似的发展趋势。总体而言，近年来插电式混合动力汽车的平均电池容量没有太大变化，这首先是因为插电式混合动力汽车不存在续航里程焦虑问题，另外则是由于包括中国在内的任何国家都没有出台鼓励插电式混合动力汽车提升电动续航里程的政策。

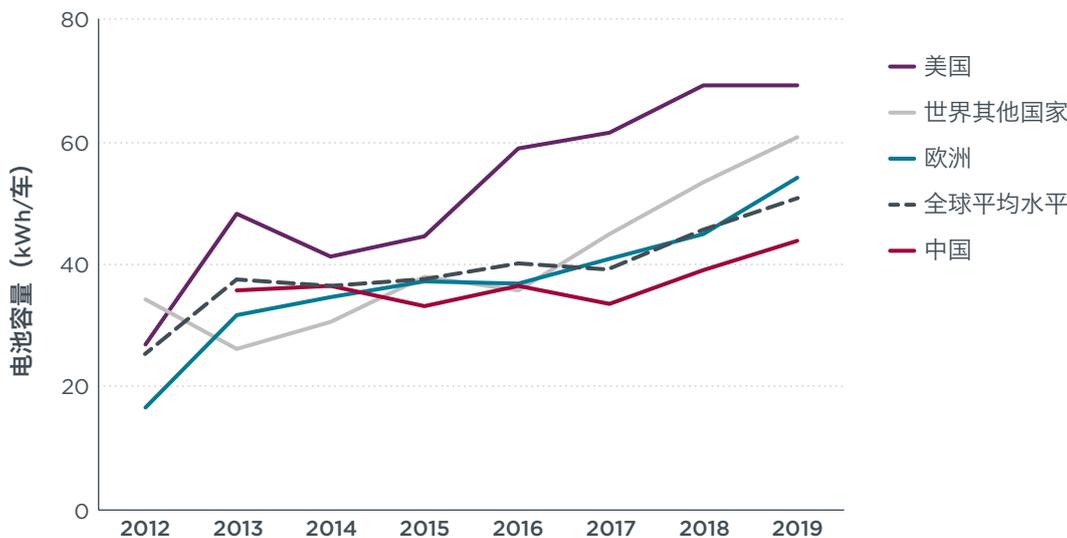


图17. 2012-2019年轻型纯电动汽车的电池容量
注：基于EV-volumes数据 (2020)

5.3 电池技术

图18展示了按电池化学类型划分的电动汽车新车销售份额。成本控制、电池性能和安全问题等多重因素正在推动电池技术不断发展创新，镍钴锰酸锂 (NMC) 和镍钴铝酸锂 (NCA) 电池的市场占有率明显提高。随着消费者对续航里程和车辆动力需求的提升，富镍阴极化学产品预计还将占据更大的市场份额，而钴使用量的减少也有助于降低成本。与西方市场不同，磷酸铁锂电池在中国市场中一直有一定的份额，并且似乎正在重新占据一部分市场。这一方面是由于对电池性能的要求不同（中国对短程纯电动汽车的接受度高于其他国家，这可能是由于城市出行里程需求较短，另一方面是镍和钴面临短缺的现状。比亚迪是在中国生产和使用磷酸铁锂电池的主要企业。与此同时，由于政策上对高能量密度电池和更大续航里程的倾斜，镍钴锰酸锂电池在中国的市场份额有在持续增长。镍钴铝酸锂电池在美国市场增长幅度较大，主要是由特斯拉推动的，特别是在2017年之后，由于特斯拉推出了价格相对实惠的Model 3车型，镍钴铝酸锂电池的销量大幅增长。欧洲的趋势也与世界其他地区类似，镍钴锰酸锂和镍钴铝酸锂电池的市场占有率持续增长，2019年两款电池的市场份额分别达到70%和20%，锰酸锂 (LMO) 电池的市场份额却持续下降，2019年已降至不足10%。

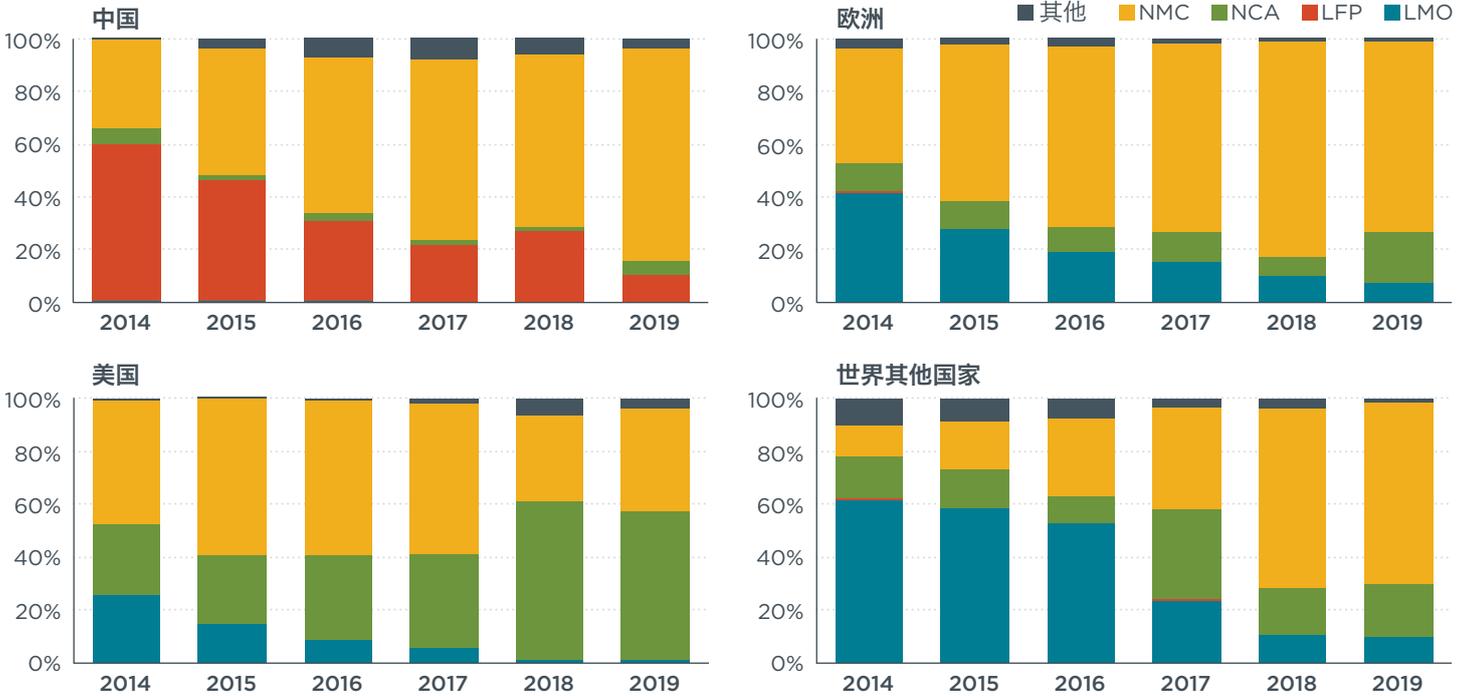


图18. 轻型电动车新车各电池化学类型销量份额
注：基于EV-volumes数据 (2020年)

6. 充电基础设施

在充电基础设施建设方面, 中国也大步向前, 为其电动汽车市场的快速扩张提供了必要的助力。图19展示了2011年至2019年全球分市场的公共充电桩保有量 (Hall & Lutsey, 2020)。自2013年起, 中国的公共充电桩数量增长速度遥遥领先于其他市场。2016年, 中国超过欧洲成为全球范围内公共充电网络最为庞大的市场。2019年, 中国的充电桩保有量在全球的占比超过50%, 高出美国、欧洲和日本的充电桩数量总和。截至2019年9月, 中国公共和私人充电桩保有量达到110万个, 其中公共充电桩约占比40%, 私人充电桩约占比60%; 直流快充桩约占比40%, 交流慢充桩约占比60% (中国电动汽车充电基础设施促进联盟, 2019年)。仅2019年一年, 中国就新增了超过18万个公共充电桩。

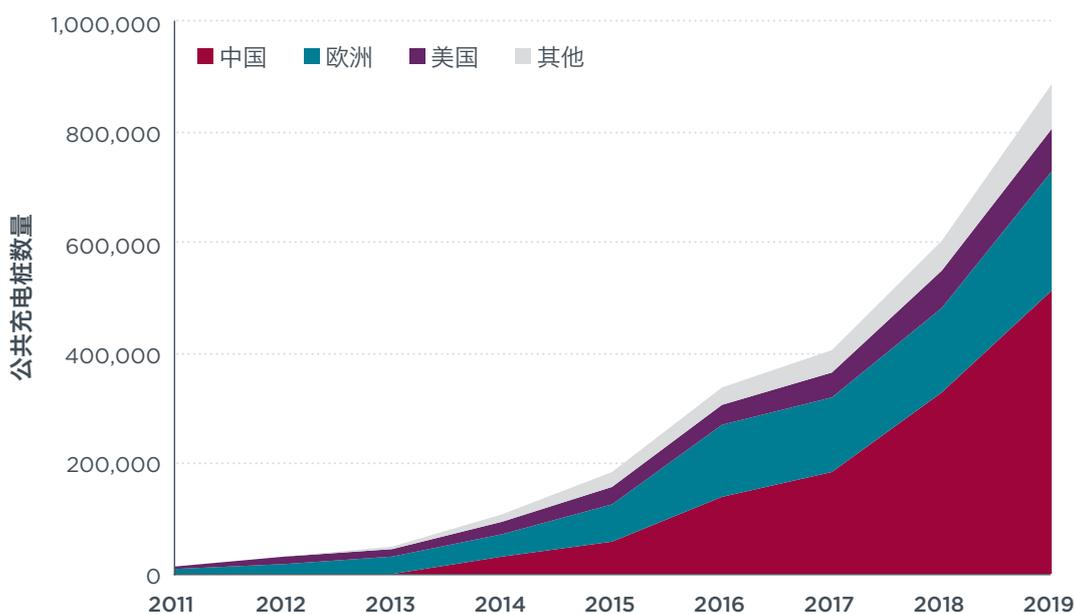


图19. 2011-2019年各市场电动汽车公共充电桩保有量

图20从两种不同的角度将中国的公共充电网络便利程度与全球其他主要市场进行比较 (Hall & Lutsey, 2020)。第一种角度是人均水平, 比较的参数是每百万人口对应的公共充电桩数量。从这个角度来看, 中国落后于其他积极推进车辆电动化的市场。中国每百万人口拥有200个公共充电桩, 这个数字还不及大多数欧洲国家的一半, 更是不到荷兰和挪威等领先市场的十分之一。第二种角度是车桩比, 比较的参数是每个公共充电桩对应的电动汽车数量。从这个角度来看, 中国电动汽车与充电桩数量比为8.5: 1, 是所有图中国家中最佳的。随着电动汽车市场的增长和各地对充电基础设施需求的发展变化, 上述各国都还需要建设更多的充电设施。值得一提的是, 在公共充电基础设施建设方面, 各国的政策制定者以及充电桩的建设和运营企业都在发生积极转变, 不再单一地追求更多的充电桩数量, 而是已经转向更好地识别和匹配消费者的诉求, 同时基于电动汽车市场的发展趋势提前进行公共充电桩的战略布局, 以满足未来的需要。

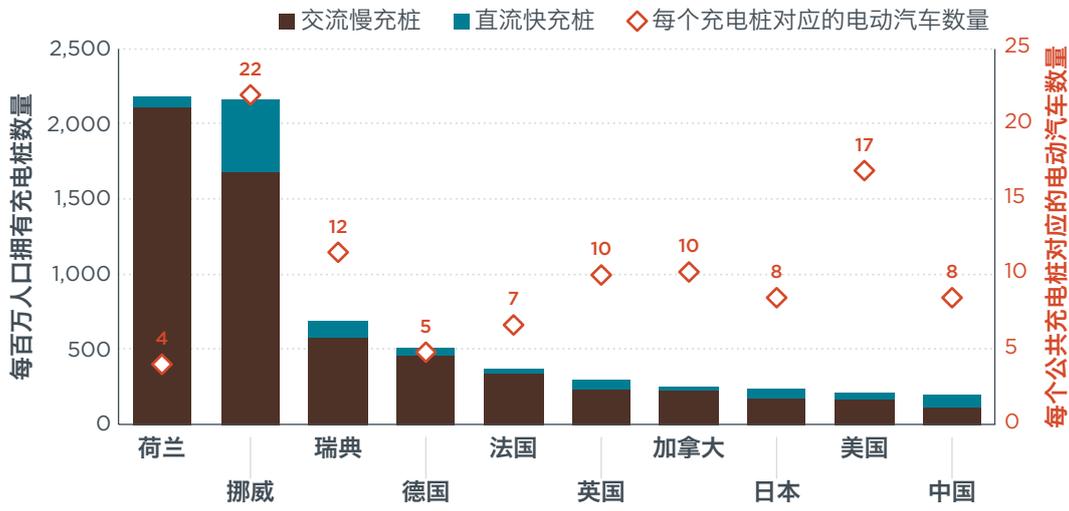


图20. 各市场每百万人口拥有公共充电桩数量 (按充电桩类型划分) 以及每个公共充电桩对应的电动汽车数量

7. 未来愿景

目前, 我们正处于第四次工业革命的浪潮之中。就汽车工业而言, 从内燃机向电动化转型是当前的一项核心要务, 那么一个关键的问题是: 到底还要多久全面电动出行的时代才会到来? 本章将对主要电动汽车市场的长期电动化发展目标进行比较, 另外还将介绍这些主要汽车市场是如何调整汽车领域发展战略来应对当前的经济衰退和疫情影响的。

在改善空气质量、减缓气候变化和节约能源等多重需求的推动下, 越来越多的政府对汽车工业提出了长期的零化石燃料愿景。如图21所示, 迄今为止, 已经有十多个地区提出了在未来三十年内过渡到100%零排放汽车的时间表, 这些地区中大部分是欧洲国家(该图基于Cui et al., 2020年报告绘制)。挪威和荷兰等规模较小的汽车市场预计将更快地实现全面电动化, 而英国、德国和法国等拥有大规模国内汽车产业的主要市场预计将在2030年至2050年期间完成向全面电动化的过渡。而作为全球第二大汽车市场的美国此次却在这场全球“电动汽车竞赛”中缺席, 因为目前为止美国联邦政府尚未设定任何电动汽车相关的目标。中国和亚洲其他主要汽车市场(日本、韩国和印度)也尚未正式承诺实现全面电动化的具体时间。中国刚刚发布了《新能源汽车产业发展规划(2021-2035年)》, 提出了到2025年新能源汽车新车销售量达到汽车新车销售总量的20%的目标(国务院, 2020)。另外值得注意的是, 除了国家层面的发展愿景, 各级地方市场也开始致力于实现全面电动化(Wappelhorst & Cui, 2020)。例如, 加州最近发布了一项行政令, 承诺到2035年, 实现新销售乘用车和轻型卡车100%零排放, 并在条件允许的情况下, 2045年实现在用中型和重型汽车100%零排放。加拿大不列颠哥伦比亚省也已通过了具有法律约束力的管理规定, 要求到2040年, 实现新销售轻型汽车100%零排放。

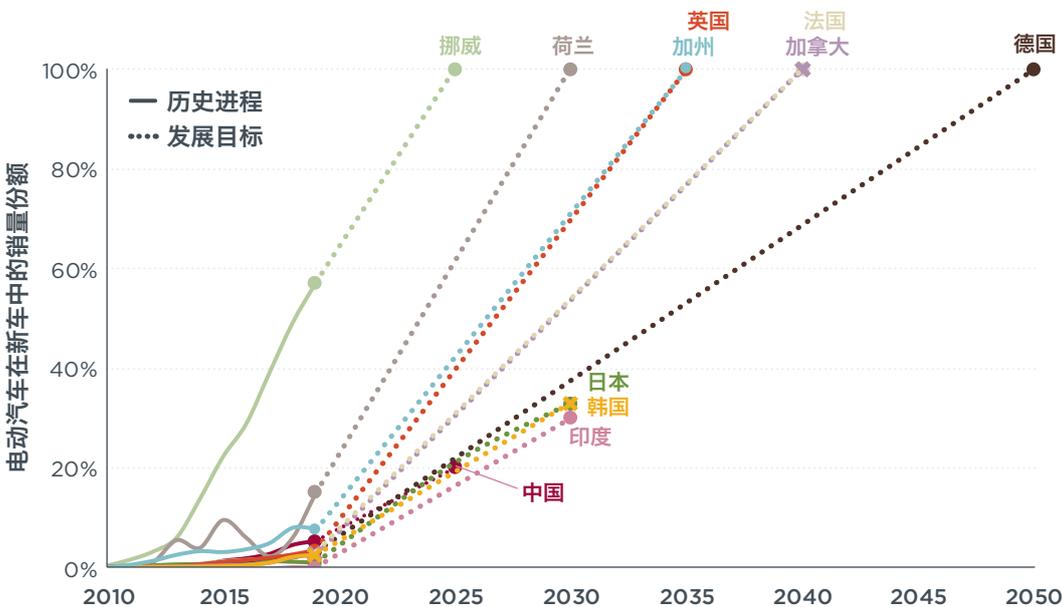


图21. 部分市场乘用车新车电动化承诺及历史市场渗透率

近期的经济衰退和新冠疫情对全球汽车行业产生了深远的影响。与去年同期相比, 2020年上半年, 中国、美国和欧洲三大市场轻型车新车销量下滑约20%至40%

。这三个地区的市场情况基本相同,在新冠疫情封锁的影响下,销售额先骤降至历史低点,然后又分别出现了不同程度的V字型反弹 (Mock et al., 2020)。

然而,电动汽车市场却呈现出截然不同的局面。尽管电动汽车市场在2017年到2018年期间快速扩张,2019年后全球增速有所放缓,但中美欧三大市场的发展情况却截然不同。与2019年同期相比,2020年上半年,中国电动汽车新车销量下滑了42%,美国则下滑了25%。相比之下,欧洲电动汽车市场在这一时期却增长了57% (Irle, 日期不详)。

电动汽车市场呈现出不同局面主要是由于三个地区采取了不同的战略和政策。月销量记录显示,过去一年中,中国电动汽车市场最严重的一轮销量暴跌发生在2019年7月,当时中央政府开始大幅减少对新购电动汽车的补贴。直至2020年3月,中国延长了对电动汽车的补贴计划和税收优惠政策后,这种下降趋势才得以扭转。欧洲电动汽车强劲增长的主要原因首先是欧洲对新生产乘用车实施了强制性二氧化碳排放标准,另外,欧洲于近期推出了绿色复苏计划,为电动汽车带来了很大的购买优势 (Mock et al., 2020)。美国方面则没有推出任何与电动汽车相关的激励措施。美国联邦政府最近放宽了机动车温室气体管理法规,这一举措也导致了电动汽车发展放缓。

诚然,新冠危机给全球汽车业同时带来了挑战和机遇。欧洲利用这一契机快速调整了汽车产业发展战略,转向更绿色、更环保的战略发展规划,并再一次强调了其长期向全面电动化转型的决心。

8. 结论及主要发现

在这一章中，我们首先将总结中国电动汽车发展的重要特点。然后，将对多方信息进行整合分析，找出中国在成为全球最大电动汽车市场的过程中所积累的关键经验教训。我们的信息来源包括——历史回顾、国际对比分析以及对国际电动汽车政策专家的采访。在此次研究过程中，我们采访了五位来自不同背景的国际专家，他们在汽车技术评估、能源与环境政策制订方面拥有数十年的经验，并与中国有着长期合作。在本章的最后，根据此次研究的分析结果和国际专家的意见，我们将重点提出中国如何进一步激励和维持电动汽车发展，说明中国将面临哪些潜在问题，以及有哪些可行的选择。

针对中国电动汽车过去十年的发展，我们分三个领域，得出了七项主要结论：

在市场整体表现方面：

1. 在短短十年间，中国发展培育出了全球最大的电动汽车消费市场，同时成为了全球最大的电动汽车生产国。过去十年来，中国电动汽车累计销量占世界总量的47%。在城市试点项目方面，中国也取得了巨大的成功，城市电动汽车市场累计规模全球领先。2019年，全球最先进的电动汽车城市大半都是中国城市。
2. 然而2020年上半年，中国的电动汽车市场渗透率被欧洲赶超。欧洲电动汽车在乘用车市场中的份额从2019年的年均市场份额3%迅速上升到2020年上半年的8%左右，并且这一数据还在持续攀升，其中德国2020年10月的电动汽车市场份额达到了17.5%。2020年上半年，在相同国际经济发展大环境的冲击下，中国电动汽车市场份额下降40%多而欧洲市场份额增长近60%的原因主要归于“政策”二字。为了达到2021年的二氧化碳(CO₂)排放标准，避免上亿欧元的“天价”不达标罚款，欧洲的汽车生产企业于2019年下半年向市场推出了30多种电动汽车新车型。严格的碳排放法规以及六个欧洲国家针对新冠疫情采取的电动汽车财政激励措施，为市场发展提供了强大动力。而在同一时期内中国的情况则恰恰相反。2019年中国对新能源汽车的财政激励措施减少，而车辆燃油能效标准和新能源汽车积分管理办法并没能大力驱动市场发展，加之管理法规中缺少有力的执法和处罚，导致了电动汽车销量大幅下降。

在产业竞争力方面：

3. 在品牌竞争力方面，就轻型汽车领域来说，中国的电动汽车品牌尚未被全球市场广泛接受。在轻型汽车领域，中国电动汽车战略主要是侧重于满足国内市场，仅有少量出口份额。2019年，中国生产的电动轿车只有不到1%销往世界其他地区，出口比例明显低于美国和欧洲。这意味着中国的生产企业需要提高全球竞争力。此外，最新趋势表明，随着中国电动汽车市场对外开放程度不断提高，中国市场部分盈利空间较大的车型市场份额正在被海外品牌赶超。但像蔚来、理想以及小鹏这样的新能源汽车造车新势力除外，它们开始在高端SUV市场上显示出活力。
4. 在研发能力方面，中国的电池供应链体系远远领先于美国和欧洲。中国已基本建成了本土化的电动汽车供应链体系，关键原材料能够实现自主供给，电池生产能力处于领先地位。目前，中国在半导体等先进组件的技术开发方面尚落后于国际发达国家，但差距正在逐渐缩小。与其他国家相比，中国在快速充电和无线充电领域拥有更多的技术开发专利，但在动力电池包管理、氢能存储、燃料电池生产和运行以及插电式混合动力系统的动力总成控制等领域所持有的专利较少。

5. 在电动汽车和电池技术方面, 由于过去的补贴政策有明显的技术导向, 尤其是将电池带电量、能量密度等作为了补贴额度的关键评价指标。在其影响下, 在过去五年中, 我国纯电动汽车的平均电池带电量显著增加。但可能受到技术和市场因素的影响, 2019年中国电池的平均容量仍低于美国和欧洲。同时, 中国的电池技术正在快速从磷酸铁锂 (LFP) 电池向高能量密度的镍钴锰酸锂 (NMC) 电池过渡, 这一点与国际电池发展趋势是趋同的。
6. 从各个车辆领域的电动化进程来看, 中国早期的电动汽车市场策略是推动电动汽车在政府和公共领域中的应用。因此, 电动公交车和在共享车队中广泛使用的微型电动汽车是电动汽车最成功的细分市场。在过去两年中, 随着国家和一些城市对新能源汽车私人领域应用关注度的提高和政策支持力度加大, 电动汽车开始在主流乘用车和SUV细分市场发力。而在商用车领域, 尽管商用车是中国空气污染物和温室气体排放的重要污染源, 并且是交通领域的燃油消耗大户, 但中国商用卡车市场的电动化进程仍处于萌芽状态, 且针对商用车电动化的政策工具也远远少于乘用车的。

在充电基础设施方面:

7. 为支撑快速增长的电动汽车市场, 中国在充电桩安装绝对数量方面取得了长足的进步, 但公共充电桩密度依然较低。尽管中国电动汽车与公共充电桩的比率优于许多欧洲市场, 但人均公共充电桩享有率仍落后于其他市场。

基于上文中所讨论的内容, 下图总结了中、美、欧三个市场之间的部分关键指标的分析 and 比较结果。

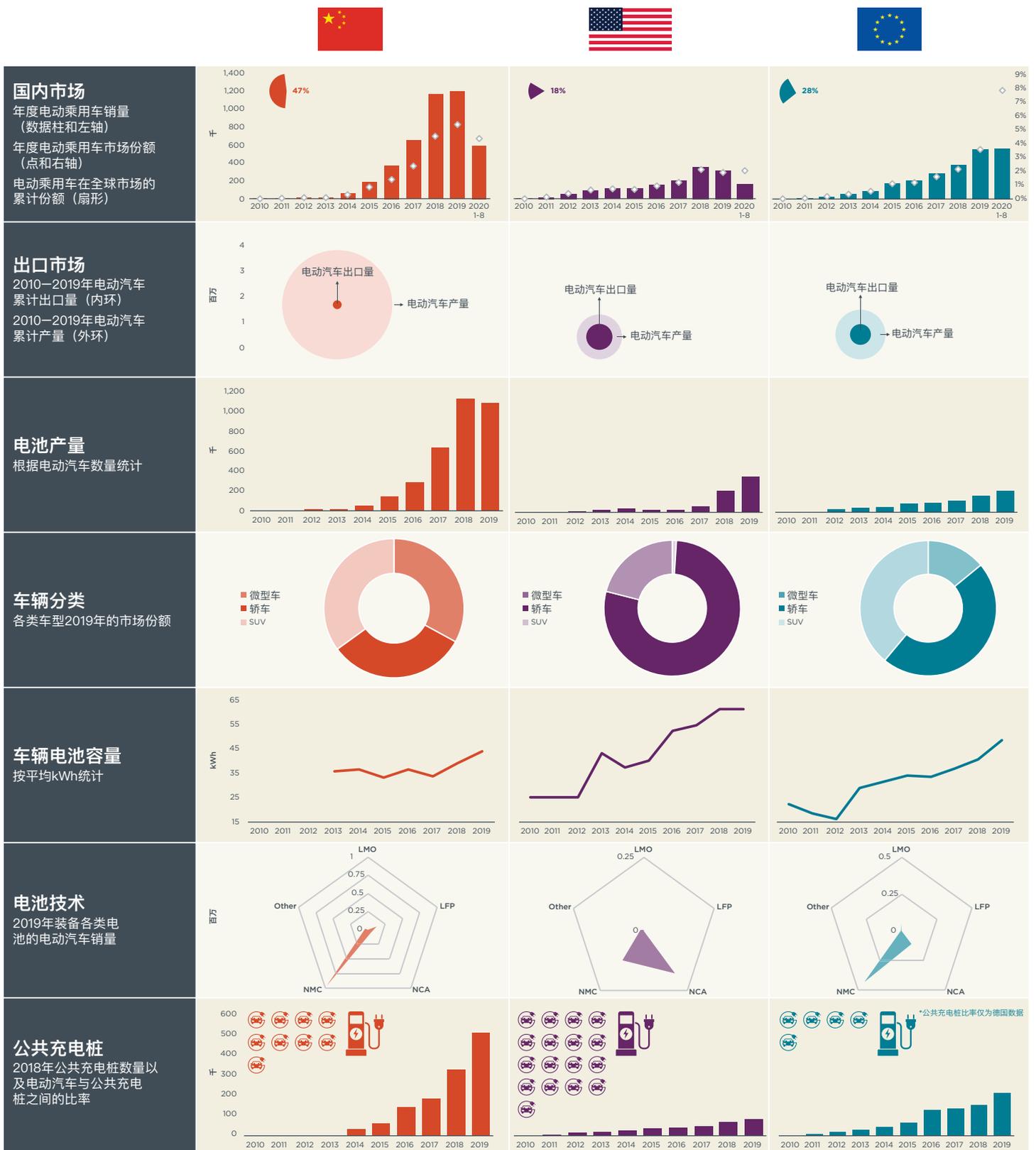


图22. 中、美、欧三地电动汽车发展的关键指标比较

8.1 中国成为全世界最大的电动汽车市场的成功要素

我们对中国电动汽车发展的回顾性分析表明，中国的成功是建立在一整套战略基础之上的。这包括清晰明确的愿景、协同一致的规划、协调统一的行动、城市层面的创新和领导力、政策执行力以及为适应市场变化而适时对政策工具进行的更新调整。下文将详细阐述这些经验的关键点，并在文本框中引用与国际专家之间的采访对话。

顶层设计: 在21世纪初，中国选择了新能源汽车（主要是电动汽车）作为振兴汽车产业的国家战略。这一战略决策是基于对中国本土汽车生产企业竞争力和对中国独特的出行需求的研判。从2005年的100万辆到今天的数亿辆，中国电动自行车和电动摩托车的广泛使用为消费者建立了对电动化的早期信心。随着锂电池产业的不断发展，最初驱动手机和笔记本电脑的锂电池行业开始成为价值链中的关键。由于中国的高铁网络覆盖了城际间的出行，公交车和用于短途出行的小型城市轿车成为了发展电动化的理想目标。一旦这些技术成熟，就可以进一步发展中间车型的电动化，从而在中国形成一套独特且日益成功的电动化发展战略。电动汽车现在已经发展成为实现中国未来交通出行、工业发展、能源安全和空气质量目标的核心解决方案。

“从短期来看，中国的政策和发展与全球清洁交通的发展大势是高度一致的。很显然，中国所扮演的角色既是全球电动汽车市场的引领者，也是激励汽车生产企业在电动汽车领域进行投资的核心力量。中国电动汽车销量占全球总量近半数，电池产业发展带动了规模经济效应，有助于帮助全球市场获得类似的成功。截至2019年底，中国电动乘用车和电动公交销量的快速增长向世界证明：在稳定、全面的激励政策助力下，市场完全能够以电动汽车技术为目标实现跨越式发展。这对于其他希望在电动汽车领域取得类似发展成果的国家也有着深远的指导意义。”

规划引领: 作为国家级的愿景，中国的“五年计划”以制定自上而下的经济发展规划和协调国家各部委协同开展行动而闻名于世。而这些上层规划恰恰是中国新能源汽车发展战略和政策连续性的基石。落实到基层的产业发展规划中则会制定详细的发展目标，包括市场规模和技术普及率，并落实实现这些目标所需的政策和资金。“十城千辆”试点、补贴方案、税收优惠、技术标准等政策从根本上都是来源于上层的宏观规划。

“中国在电动汽车市场的快速发展令人印象深刻。值得一提的是，中国在新能源汽车发展政策中设定了明确、宏大的新能源汽车推广目标——2020年产销量达到200万辆，2025年市场占比达到25%，并且采用强有力的新能源汽车强制法规、持续的补贴支持以及与之协调配合的地方政策来保障这些目标的实现。”

目标协同: 中国在汽车产业转型的重要时期面临着产业、能源和环境问题的多重挑战。这三个时势背景合在一起，使得国家的汽车产业决策者、能源决策者、环境决策

者不约而同地想到发展电动汽车。协同一致的发展目标使得不同领域的多家政府管理部门产生了共同着力点，激发了创新的政策手段，有效地减少了政策执行过程中的障碍。在过去五年中，中央和地方多家管理部门的共同努力，极大地加快了电动汽车的发展。

“中国将电动汽车的发展目标与改善空气质量和提升产业竞争力关联在一起，这是一种非常强有力的手段，这就使得国家、城市和汽车产业的领导者出于共同的着力点而联合到了一起。”

多方协作: 在规划落地为行动时，中国形成了一套官产学研的多方协作机制，共商决策、共筹资金、协作推进新能源汽车的发展。这种机制使得从实验室原型产品到市场化的电动汽车产品的快速转换成为可能。在这种协作机制下，政府既是研发领域的主导力量，同时也是最终产品的消费者；高校和研究机构负责提供技术支持；行业企业获得政府的资金支持，最终实现车辆技术商业化。在技术早期试点阶段，消费市场尚未成型，行业企业缺乏自主推进的内在动因，这一官产学研的多方协作机制在推动新能源汽车技术发展方面发挥了非常重要的作用。

政策驱动: 在短短十年间，中国出台了大量创新性的政策工具，促使中国成为全球最大的电动汽车市场。这些政策工具包括开展试点项目、中央和地方电动汽车购置补贴、税收优惠，以及各地因地制宜出台的地方性推广措施。这些地方措施既包括财税鼓励措施，也包括一些非财政措施，如号牌指标、道路通行权、停车优惠和充电优惠措施等，此外，政府还与私营企业合作打造电动出租车和网约车车队。

城市先行: 国家层面的新能源汽车发展目标和规划最终都分解到地方来执行，城市往往成为政策创新的先锋。像北京、上海、深圳等主要市场就制定了一系列强有力的政策措施，为电动汽车产业发展提供动力。通过刺激电动汽车消费市场，这些先锋城市的电动汽车销量可高达其他城市的几倍，同时还实现了空气质量的改善。以深圳为例：深圳制定了非常积极的地方推广政策，在公交车和出租车电动化转型方面走在了世界前列，此举帮助深圳减少了70%的细颗粒物排放，深圳的空气已达到欧盟的空气质量标准。这一切都是在不到十年的时间内实现的，并且在此期间深圳的经济总量还实现了翻倍。

“中国的发展模式可以为其他希望效仿的国家地区提供一个范例，在确定国家层面的政策之后，还需要配合制定强有力的地方性新能源汽车发展政策，例如海南省所制定的2030清洁能源汽车发展规划以及北京、上海、深圳等所制定的城市新能源汽车发展目标。”

8.2 未来中国在电动汽车领域持续成功的建议

树立全面电动化的新愿景以及长期战略，助力实现国家产业发展、空气质量和减缓气候变化目标。在过去十年的成就的基础上，中国现在应该以实现交通运输领域全面电动化为目标来树立新的、中长期发展愿景。目前，中国正在向世界展示实现交通领域全面电动化的决心，并在这一发展道路上处于领先地位。中国在电动自行车、摩托车、小型城市汽车、公交车及其基础技术领域的全球主导地位表明，中国现在可以在交通领域全面电动化的道路上提出更大胆的愿景，将城市快递运输车 and 区域及长途货运卡车也纳入到全面电动化愿景当中。中国应为2030年及以后制定更宏大的新能源汽车发展目标，包括整体交通运输部门或各类车队（如乘用车、中重型商用车）的全面电动化时间表。明确的中长期目标可以保障投资信心，从而稳定和加快对新能源汽车产业的投资力度。新能源汽车的可持续发展还能支撑中国的空气质量改善目标、中国新能源汽车在全球占据领先地位的产业发展目标、能源独立、以及缓解气候变化的目标，并令这一系列近、中、长期目标做到有机协同、有序衔接。

“中国的新能源汽车推广措施还有进一步提升的空间，与全球交通领域顶级发展目标保持一致。目前世界上已经有一些国家和城市已经设定了在2030-2040年间实现新销售车辆100%零排放的目标，如果中国适时宣布2035年及以后年份的全国和城市层面新能源汽车市场占比目标，将会对提升中国在全球的地位和加速相关投资产生深远影响。”

需要特别指出的是，在习近平主席提出2060年碳中和目标后，中国应该为交通运输行业建立近、中、长期的温室气体（GHG）减排目标，并将电动汽车作为实现碳减排目标的核心技术路线之一。以欧盟为例，欧洲率先打造了一条以脱碳为核心的经济和汽车产业重塑之路。《欧洲气候法》提案中设立了一个具有法律约束力的长期目标，即到2050年实现所有经济领域温室气体净零排放（气候中和）。基于这样的全经济领域目标，欧盟正在针对各个领域制定相关政策以实现减排。针对交通运输领域，《欧盟绿色协议》中提出了一项非强制性目标，即到2050年交通运输领域的碳排放要减少90%。在中期，实现这一目标的关键措施包括欧盟针对乘用车、箱式货车和卡车提出的2030年二氧化碳排放标准。在近期，为了促进经济走出新冠疫情的影响，欧洲部分国家政府推出了经济复苏方案，以刺激电动汽车的新车销售和加速老旧车辆置换。欧盟通过将近、中、长期目标相结合，制定各个领域的发展战略和政策措施，有助于确保整个经济体系下的各个领域在通往碳中和的道路上协同前进。

这样自上而下的发展目标有助于帮助中国制定强有力的新能源汽车管理法规，包括对商用车的管理，并能够促进中国电动车领域的先行者进入利润空间更大的新能源车车型细分市场。例如，随着比亚迪在电动公交客车领域的爆炸式增长，全球许多城市已承诺在公交客车领域实现100%零排放（C40城市组织，日期不详）。如果中国的领先企业能够率先在主流乘用车和商用车领域实现规模化经济，那么面对全球对零排放汽车技术日益增长的需求，这些企业必然将占据市场先机。

为了应对迫在眉睫的环境挑战，中国还亟需为重型商用车和非道路机械领域规划出清晰的中长期电动化发展战略。这两类移动源是空气污染、燃油消耗和温室气体排放的重要贡献源。这类目标和政策可以港区货运卡车、机场摆渡车及机场设备以及建筑工程设备为先导，逐步推向更广泛的货运车队和机械领域。

最后，要想实现交通运输系统碳减排，单纯依靠先进的车辆技术还不够，还需要开展大量工作，同步降低中国电网系统的碳排放。

向法规与市场并行互补的新政策组合模式转型：在中国新能源汽车发展的最初十年，试点项目、政府补贴和公共车队采购是中国新能源汽车市场规模兴起并在全球取得巨大成功的三驾马车，但目前看，中国汽车产业要想实现最初设定的2025年发展目标尚存在一定困难。此外，由于中国电动汽车市场自2019年底开始出现大幅下滑，加之新冠疫情冲击之下汽车产业复苏缓慢，中国需要继续出台强有力新能源汽车法规标准和财税鼓励政策，以支持新能源汽车的持续发展。

“中国有可能存在财税激励退坡速度过快的问题。这一点目前还不好下定论，但是，财税激励退坡的速度过快，单纯依靠新能源汽车强制法规来维持市场增长是比较困难的。与其完全取消财税激励，不如考虑对其进行改革，只为最具市场吸引力的主流车型或市场份额较高的车型提供财税激励，而不再为豪华车型和微型汽车提供财税激励，从而帮助主流车型在实现油电平价之前保持在一个比较稳定合理的价格范围。”

中国在若干领域都有进一步制定和应用创新政策的潜力。目前，中国已经实施了一项以市场为基础的政策工具——效仿加州零排放汽车管理法规出台的新能源汽车双积分政策以及车辆燃油能效管理标准。不过，这些能效标准中并没有强有力的执法措施，监管机构也没有获得相应的法律授权来对违规企业进行有震慑性的处罚。首先，中国应建立车辆能效和温室气体排放标准并行的管理方案。这种做法类似于美国交通部（DoT）制定的燃油经济性标准与美国环保局（EPA）制定的温室气体排放标准之间的协同管理机制。DoT的标准是以产业发展为导向，只制定了较为近期的目标，不合规惩罚力度较弱；而EPA的标准则是以减缓气候变化为导向，以此设定中长期目标，并在《清洁空气法案》授权下制定了严格的罚则。《大气污染防治法》赋予中国环境主管部门制定和实施机动车排放标准并对不合规企业进行经济和行政处罚的权限。这为进一步管理移动源带来的温室气体排放奠定了良好的基础。建议生态环境主管部门考虑针对轻、重型车辆出台2025-2030年以及更长期的温室气体排放标准。这一做法与欧洲、加州以及美国等主流市场的政策发展趋势是相一致的。

此外，财税激励措施是对法规标准的重要补充。中国一直通过中央财政补贴等政策工具来增加市场车型供应，降低新能源汽车价格。从政策补贴角度来讲，中国是全世界做的最好的国家之一。当电动汽车市场处于起步阶段时，财政补贴确实会给国家财政预算带来一定的负担，但尚在可承受的范围内。随着市场的发展，一些国家已经开始采取创新的财税措施，例如对传统燃油车征收高额税费用于支付电动汽车的长期激励补贴。这类措施在欧洲被称为“奖惩机制”，而在北美被称为“费补一体”。这样，即

使电动汽车销售持续增长，国家也可以负担对其长期的财税支持。我们建议中国根据车辆温室气体排放水平对汽油车征收阶梯式税费，既激励企业生产更低碳节能的车辆，同时还可以使用税收经费来支持电动汽车的发展，直至电动汽车相比燃油车具有成本竞争力。

中国还应通过实施相关政策措施，确保充电基础设施数量充足、位置设置方便合理，同时促进智能充电设施的发展，让充电基础设施得以与电动汽车市场同步增长。在新兴的充电需求领域，中国可以与荷兰、德国和加州开展合作，为智能充电、分时定价和电网集成服务的基础设施制定未来的发展指导方案。在氢能运输和网络规划方面，中国则可以从加州和日本的工作成果中获取一些经验。随着电动汽车市场的发展，中国有必要对各类政策措施进行系统整合，包括加强国家和城市层面的沟通，更好地传达社会收益。中国还可以利用其在信息技术领域的优势，结合城市政策，确保在电动化货运物流和电动网约车出行服务方面取得领先地位。

激发主流、私人电动汽车消费市场以及城市电动汽车市场：在过去十年中，中国在公务用车、城市服务和公交车队领域的电动汽车推广使用是非常成功的。而未来，若想让电动汽车朝着主流市场发展，充分释放电动汽车在私人购车市场和广大城市市场的潜力将是关键。首先，未来在技术、政策、商业模式以及合作伙伴关系上的创新需要重点关注此类主流市场的需求。例如，新一代的电动汽车消费者对汽车自动驾驶、车辆互联以及智能功能的要求与日俱增，这将在很大程度上改变汽车的传统功能。第二，中国政府可以以更大力度推进城市层面的政策创新。首先可以先选择一些领先城市，为它们设定比其他省市更为激进的交通领域全面电动化时间表。这些领先城市的政府应在车辆注册、税费、路权等方面被赋予一些特殊权限，并配套适当的财政支持，从而助力这些城市分阶段地实现包括市政车队、出租车、网约车、私家车、市内和城际货运车队在内的全面电动化。如果中国希望在2060年左右整体达到碳中和，这需要交通领域在2050年左右减少80%左右的温室气体排放，那么领先城市则需要先在2025-2035年间率先实现这些目标。具体措施可包括出台试点新政、建设更多的充电基础设施以及为货运行业提供支持等。目前，海南省已经出台了清洁能源汽车发展规划，而北京、上海和深圳等电动汽车市场领先城市也可为全国其他城市和地区做出表率。

专注于纯电动汽车技术路线，逐渐向智能化电动出行过渡：此项建议是为了回答中国政策制定者提出的一个特殊问题，即中国电动汽车未来应选择怎样的技术方案或技术发展路线？如果说当前十年全球汽车技术竞争主要是围绕着电动化，那么未来十年，技术竞争的新篇章将聚焦于智能网联化电动出行——这一集成化的未来绿色出行模式已经远远超出了车辆技术的范畴。从车辆技术说起，中国以纯电动汽车（BEV），插电式混合动力汽车（PHEV）和燃料电池汽车（FCV）这三类新能源汽车技术为核心。它们对于未来实现全面电动化出行至关重要。在新能源汽车技术中，中国在过去十年主要专注于纯电动汽车的发展，近年来则开始逐渐在燃料电池汽车领域投入更多精力。从全球角度而言，纯电动汽车目前在市场份额上占有优势，并将率先在大多数细分市场实现油电车辆成本持平。鉴于这一现状，应考虑针对插电式混合动力汽车出台支持政策退坡时间表。在技术成熟度、规模和降低成本方面，乘用车领域的纯电动汽车技术也远远领先于燃料电池汽车技术。因此，短期内应该集中精力发展纯电动汽车的充电基础设施。当然，针对燃料电池汽车开展一些产业合作和试

点项目也是适时的。业内一直认为。燃料电池汽车技术是部分商用车型的终极技术选择,例如牵引车这类需要单日行驶超过500公里的长途商用车。

“显然,如何以比柴油更低的单位能量成本来获取可再生氢能源目前依然是一个技术难点。对于中国而言,目前最重要的是继续保持纯电动汽车的发展势头,纯电动汽车发展虽然暂时保有领先优势,但尚未在全球市场获得全面成果,暂时不必将重点转向燃料电池。”

从长期来看,全面电动化路线或将开始引领未来出行的变革。目前,我们可以看到电动汽车已经在中国、欧洲和美国等主要汽车市场崭露头角,作为未来的中期发展规划,中国应把电动化技术路线与智能汽车、自动驾驶技术进行结合,并将配合车辆基础设施体系建设,以满足未来智能网联车辆的需求。这将唤起汽车产业更为深层的变革,实现汽车、电子、互联网和基础设施技术的有机结合,并将供应链范围从电池、电机和车载控制系统等传统汽车零部件扩展到芯片、传感器、高清地图系统,人工智能以及云控制系统等。

提升在供应链关键环节的技术自主能力,加强电动汽车的全生命周期管理: 在过去十年中,中国电动汽车的成功很大程度上得益于全球化带来的红利以及相对自由的国际贸易和技术合作环境。然而,随着国际关系复杂程度的加剧,中国新能源汽车的持续发展将面临更大的不确定性。在这样的背景下,中国需要进一步加强自主技术创新和研发的能力,将重点放在关键的供应链瓶颈,应对电动汽车快速发展带来的充换电基础设施需求以及关注未来的出行方式(如“网约车出行服务”)。为了全面实现电动汽车的全生命周期环境收益,需要制定相关政策,推动车辆实现全生命周期低碳化——包括电池和车辆的设计、生产、使用以及电池合理回收利用等环节。

“中国可通过与国际零排放汽车联盟开展一些建设性合作,共同研究未来充电基础设施和电网整合方面的需求,以及研究制定更持久的新能源汽车激励政策框架。”

寻求多元化、非政府间国际合作,充分利用商用车电动化的国际合作机会: 尽管国际关系日益复杂、难以预测,但中国仍有许多开展国际合作的机会,以实现电动汽车的持续发展,甚至实现更宏大的全面电动化目标。例如,中国可以与加州这样的地方政府合作,共同推进商用车电动化进程;通过与国际汽车工程师学会(SAE国际)以及联合国等全球化机构协作,寻求车辆及充电标准的协同统一;还可以通过与一些非政府组织平台,例如国际零排放联盟(ZEV Alliance, 2019)开展合作研究并与联盟成员国和地区政府交流向全面零排放化交通转型的经验。

“对于空气污染和碳排放问题较为严峻的地区，商用卡车电动化可谓是一个重大机遇。中国可以和加州在商用卡车零排放法规方面强强合作，就像双方在乘用车零排放法规方面的合作一样，这样可以有效推动全球零排放卡车技术的发展。随着中国市场的越发开放，外国生产企业开始以独资形式进入中国，例如特斯拉，将为中国增加投资和加强竞争力，为电动汽车创造更广泛的市场吸引力。”

构建一个全面电动化的货运体系是一项摆在中国面前的明确机遇。中国的货运枢纽以及全世界所有货运活动频繁的地区均面临着严峻的空气质量问题，降低重型车碳排放也是这些地区尚未完成的一项巨大挑战。许多亚洲、欧洲和北美国家都在开展零排放港口和零排放航运战略的制定。中国可以与这些地区的政府部门、港口、物流公司和车队、充电基础设施供应商、以及领先研究机构合作，打造超低排放货运区，并逐步实现本地和区域货运的电动化。像上海和深圳这样的重要货运地区，或可像那些乘用车电动化试点城市一样，成为最终国家行动方案的先驱执行者。同样，在货运领域，也应考虑通过多方合作来解决电动汽车电网整合、智能充电以及提高可再生能源使用比例等问题。

参考资料

- Askren, H., & Andress, M. (2020, January 8). New semiconductor technologies driving down cost of electric vehicle batteries. *Forbes.com*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/mergermarket/2020/01/08/new-semiconductor-technologies-driving-down-cost-of-electric-vehicle-batteries/>.
- Ball, J. (2019, August 20). Electric car gold rush: The auto industry charges into China. *Fortune*. Retrieved from <https://fortune.com/longform/electric-car-auto-industry-china/>.
- Battery University. BU-205: Types of lithium-ion. Retrieved from https://batteryuniversity.com/learn/article/types_of_lithium_ion.
- Beijing Municipal Government. (2011, December 30). 北京市小客车数量调控暂行规定 [Tentative rules on new passenger car registrations in Beijing]. Retrieved from https://www.bjhjyd.gov.cn/bszn/20101227/1293421253200_1.html.
- Benchmark Mineral Intelligence. (2020, May 6). China controls sway of electric vehicle power through battery chemicals, cathode and anode production. Retrieved from <https://www.benchmarkminerals.com/membership/china-controls-sway-of-electric-vehicle-power-through-battery-chemicals-cathode-and-anode-production/>.
- BMW. (2018, July 10). *BMW Group and Great Wall Motor sign joint venture agreement for MINI electric vehicles in China* [Press release]. Retrieved from <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0282977EN/bmw-group-and-great-wall-motor-sign-joint-venture-agreement-for-mini-electric-vehicles-in-china?language=en>.
- Bieker, G., Tietge, U., Rodriguez F., & Mock, P. (2019). *European vehicle market statistics, 2019/2020*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/european-vehicle-market-statistics-20192020>.
- C40 Cities. (n.d.). C40 Fossil Fuel Free Streets Declaration. Retrieved from <https://www.c40.org/other/green-and-healthy-streets>.
- California Air Resources Board. (2017, June 7). *California and China team up to push for millions more zero-emission vehicles* [Press release]. Retrieved from <https://ww2.arb.ca.gov/news/california-and-china-team-push-millions-more-zero-emission-vehicles>.
- Chen, F. (2016, October 16). Misused policy: China's electric vehicle subsidy fraud. *Money Marks & Media*. Retrieved from <http://j469.ascjclass.org/2016/10/12/misused-policy-chinas-electric-vehicle-subsidy-fraud/>.
- Chiba, D., & Sese, S. (2018, December 20). Panasonic and LG give a jolt to China's EV battery market. *Nikkei Asia*. Retrieved from <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Electric-cars-in-China/Panasonic-and-LG-give-a-jolt-to-China-s-EV-battery-market>.
- China Association of Automobile Manufacturers. (2004, December 24). 中国点燃电动汽车产业化引擎项目管理不断创新 [China starts the industrialization of electric vehicles]. Retrieved from <http://www.auto-stats.org.cn/ReadArticle.asp?NewsID=3013>.
- ChinaNews. (2013, January 7). 中国巨资发展新能源汽车示范推广将接近4万辆 [China invests huge amounts of money into new energy vehicles]. Retrieved from http://www.most.gov.cn/ztlz/kjzjbxsh/kjzjbxmt/201302/t20130204_99602.htm.
- Chinanev.net. (2011, December 23). 中国新能源汽车政策回顾 [A Review of China's NEV Development]. Retrieved from <http://www.chinanev.net/news/newscontent/id/609>.
- Cui, H., & He, H. (2016). *Proposed temporary management regulation for corporate average fuel consumption and new-energy vehicle credits for new passenger cars in China*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/proposed-temporary-management-regulation-corporate-average-fuel-consumption-and-new>.
- Cui, H., Yang, Z., & He, H. (2017). *Adjustment to subsidies for new energy vehicles in China*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/adjustment-subsidies-new-energy-vehicles-china>.
- Cui, H. (2017). *Subsidy fraud leads to reforms of China's EV market*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/blogs/staff/subsidy-fraud-reforms-china-ev-market>.
- Cui, H. (2018). *China's New Energy Vehicle mandate policy (final rule)*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/china-nev-mandate-final-policy-update-20180111>.
- Cui, H., Jin, L., Zhou, H., Zhang, J., Zhang, B., Liu, X., & He, H. (2018). 中国城市新能源乘用车激励政策评估 [Evaluation of electric car promotion policies in Chinese cities]. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/evaluation-incentive-policies-china-urban-NEVs>.
- Cui, H., Hall, D., & Lutsey, N. (2020). *Update on the global transition to electric vehicles through 2019*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/update-global-ev-transition-2019>.

- Chen, Y., Li J., Li Y., Zhou W., & Ge F. (2019). 新能源汽车全球专利观察 [Evaluation of new energy vehicle patents]. Retrieved from the Institute for Global Industry, Tsinghua University, http://www.igi.tsinghua.edu.cn/web/fruit_info.php?id=111
- Deng, Y. (2019, June 26). 动力电池白名单“死亡”但影响没有那么大 [The impacts of traction battery whitelist being “dead” is not that huge]. *D1EV.com*. Retrieved from <https://www.d1ev.com/news/zhengce/93579>
- Ding, T. (2019, January 7). Tesla breaks ground on gigafactory in Shanghai. *Xinhua News*. Retrieved from http://www.xinhuanet.com/english/2019-01/07/c_137726534_10.htm
- Economy, E. (2014, April 18). China's round two on electric cars: Will it work? *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/elizabetheconomy/2014/04/18/chinas-round-two-on-electric-cars-will-it-work/#2b66c52f5573>
- Electric Vehicle Charging Infrastructure Promotion Alliance. (2019). *Status and trend of charging infrastructure development*, Global Future Mobility Conference, Deqing, China.
- EV-volumes.com. (2020). Global electric car database. Retrieved from <http://www.ev-volumes.com/datacenter/>
- EV100 Plus & Roland Berger. (2020). 中国新能源汽车供应链白皮书 2020——迎接全球新能源汽车供应链变革 [White paper on China's supply chain of new energy vehicles 2020 -- Welcome the reform of global supply chain of new energy vehicles]. Retrieved from <https://www.rolandberger.com/zh/Publications/%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E6%96%B0%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%B1%BD%E8%BD%A6%E4%BE%9B%E5%BA%94%E9%93%BE%E7%99%BD%E7%9A%AE%E4%B9%A6-2020-%E8%BF%8E%E6%8E%A5%E5%85%A8%E7%90%83%E6%96%B0%E8%83%BD%E6%BA%90%E6%B1%BD%E8%BD%A6%E4%BE%9B%E5%BA%94%E9%93%BE%E5%8F%98%E9%9D%A9.html>
- Gong, H., Wang, M., & Wang, H. (2017). New energy vehicles in China: Policies, demonstration and progress. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18(2), 207-228. doi: [10.1007/s11027-012-9358-6](https://doi.org/10.1007/s11027-012-9358-6)
- Hall, D., Cui, H., & Lutsey, N. (2019). *Electric vehicle capitals: Showing the path to a mainstream market*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/ev-capitals-of-the-world-2019>
- Hall, D. & Lutsey, N. (2020). *Charging infrastructure in cities: Metrics for evaluating future needs*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, https://theicct.org/publications/EV_charging_metrics_aug2020
- Hall, D., Cui, H., Bernard, M.R., Li, S., & Lutsey, N. (2020). *Electric vehicle capitals: Cities aim for all-electric mobility*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/electric-vehicle-capitals-update-sept2020>
- He, H., Jin, L., Cui, H., & Zhou, H. (2018). *Assessment of electric car promotion policies in Chinese cities*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/assessment-electric-car-promotion-policies-chinese-cities>
- He, H., & Cui, H. (2019). *China announced 2019 subsidies for new energy vehicles*. Retrieved from the International Council on Clean Transportation, <https://theicct.org/publications/china-announced-2019-subsidies-new-energy-vehicles>
- Huang, H. (2010, September 7). 呼和浩特成新能源汽车推广试点将引进电动公交 [Huhhot enters the list of new energy vehicle pilot cities and will deploy electric buses]. *Sohu News*. Retrieved from <http://news.sohu.com/20100907/n274753834.shtml>
- International Zero-Emission Vehicle Alliance. (n.d.). The ZEV Alliance Participation Statement. Retrieved from <http://www.zevalliance.org/members/>
- Irlle, R. (n.d.). Europe bucks the trend. EV-volumes.com. Retrieved from <https://www.ev-volumes.com>
- Koty, A.C. (2018, November 5). China ranks 46th in ease of doing business rankings. *China Briefing*. Retrieved from <https://www.china-briefing.com/news/china-46th-ease-of-doing-business-rankings-world-bank-report/>
- Kumar, V. (2020, March). Lithium-ion battery supply chain technology development and investment opportunities. Presentation at Stanford's Energy Seminar, Stanford, CA. Available at <https://energy.stanford.edu/events/energy-seminar-vivas-kumar>
- Li, Y. (2014, March 26). 七城市实施“限牌令”将促进新能源汽车发展 [Seven cities set new car registration quota which will promotes the development of new energy vehicles]. *D1EV.com*. Retrieved from <https://www.d1ev.com/news/shichang/29921>
- Li, Y. (2019, November 2). 国家及地方新能源汽车推广政策总览 (不断更新中) [A summary of new energy vehicle promotion policies at national and local levels (constantly updating)]. Retrieved from <http://www.diandong.com/zixun/9279.html>
- Lienert, P., & Chan, C. (2019). Investment in electric vehicles. *Reuters*. Retrieved from <https://graphics.reuters.com/autos-investment-electric/010081zb3hz/investment.jpg>

- Lienert, P., Shirouzu, N., & Taylor, E. (2019). Exclusive: VW, China spearhead \$300 billion global drive to electrify cars. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/us-autoshow-detroit-exclusive-exclusive-vw-china-spearhead-300-billion-global-drive-to-electrify-cars-idUSKCN1P40G6>
- MacDuffie, J.P., & Shih, W. (2019, May 9). China's electric vehicle market: A storm of competition is coming. Retrieved from <https://knowledge.wharton.upenn.edu/article/chinas-ev-market/>
- Manufacturing Business Technology (2018, November 21). Semiconductors are key to the future of electric vehicles. Retrieved from <https://www.mbtmag.com/quality-control/article/13247783/semiconductors-are-key-to-the-future-of-electric-vehicles>
- Mayyas A., Steward, D., & Mann, M. (2018). The case for recycling: Overview and challenges in the material supply chain for automotive li-ion batteries. *Sustainable Materials and Technologies*, 17(2018), e00087. doi: 10.1016/j.susmat.2018.e00087
- McKinsey & Company. (2019). *China's EV strategy – Regulations and control over the battery value chain*. Retrieved from <https://worldmaterialsforum.com/files/Presentations2019/WMF2019-PS1-McKinsey-Frank-Bekaert.pdf>
- Ming, Y. (2019, January 15). 充电联盟: 2018年全国充电桩累计保有量77.7万台 [Charging alliance: Cumulative electric vehicle charges reached 770,000 in 2018]. *D1EV.com*. Retrieved from <https://www.d1ev.com/news/shuju/85945>
- Ministry of Commerce of the People's Republic of China. (2018). 外商投资准入特别管理措施 (负面清单) (2018年版) [Special administrative measures on access to foreign investment (negative list) (2018 version)]. Retrieved from <http://www.mofcom.gov.cn/article/b/f/201806/20180602760432.shtml>
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2009). 关于开展节能与新能源汽车示范推广试点工作的通知 [Notice on implementing energy-saving and new energy vehicle pilot programs]. Retrieved from http://www.most.gov.cn/fggw/zfwj/zfwj2009/200902/t20090224_67588.htm
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2010). 关于扩大公共服务领域节能与新能源汽车示范推广有关工作的通知 [Notice on expanding energy-saving and new energy vehicle pilot programs in public service areas]. Retrieved from http://www.gov.cn/gzdt/2010-06/04/content_1620740.htm
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2012a). 关于节约能源使用新能源车船车船税政策的通知 [Notice on vehicle & vessel tax policy for energy-saving and new energy vehicles and vessels]. Retrieved from <http://www.chinatax.gov.cn/n810341/n810765/n812151/n812426/c1083813/content.html>
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2012b). 关于城市公交企业购置公共汽电车辆免征购置税的通知 [Notice on exempting new energy buses from vehicle purchase tax]. Retrieved from <http://www.chinatax.gov.cn/n810341/n810755/c2250493/content.html>
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2013). 关于继续开展新能源汽车推广应用工作的通知 [Notice on continuing new energy vehicle promotion]. Retrieved from http://www.gov.cn/zwqk/2013-09/17/content_2490108.htm
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2014a). 关于免征新能源汽车车辆购置税的公告 [Notice on exempting new energy vehicles from vehicle purchase tax]. Retrieved from http://nmg.mof.gov.cn/lanmudaohang/zhengcefagui/201408/t20140818_1128129.htm
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2014b). 关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知 [Notice on subsidies for new energy vehicle charging infrastructure]. Retrieved from http://www.mof.gov.cn/zcsjtsgb/gfxwj/201411/t20141118_3583232.htm
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2015). 关于2016-2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知 [Notice on financial policies for new energy vehicle promotion during 2016-2020]. Retrieved from http://fgk.mof.gov.cn/law/getOneLawInfoAction.do?law_id=83837
- Ministry of Finance of the People's Republic of China. (2016). 关于“十三五”新能源汽车充电基础设施奖励政策及加强新能源汽车推广应用的通知 [Notice on new energy vehicle charging infrastructure incentive policy and promotion of new energy vehicles in the 13th five-year period]. Retrieved from http://www.most.gov.cn/tztg/201601/t20160120_123772.htm
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. (2017a). 新能源汽车生产企业及产品准入管理规定 [Management rules on market entrance of new energy vehicle manufacturers and products]. Retrieved from http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5216432.htm
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. (2017b). 汽车产业中长期发展规划 [Medium- and long-term development plan for the automotive industry]. Retrieved from <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757018/c5600356/content.html>
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. (2018). 工业和信息化部 科技环境保护部 交通运输部 商务部 质检总局 能源局关于印发《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》的通知 [Notice on issuing the Interim measures for the management of recycling and utilization of traction batteries for new energy vehicles]. Retrieved from <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757016/c6068823/content.html>

- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. (2019a). 关于2016年及以前年度新能源汽车推广应用补助资金初步审核情况公示 [Public announcement on the preliminary review of subsidies for the promotion and application of new energy vehicles in 2016 and previous years]. Retrieved from http://www.miit.gov.cn/opinion/noticedetail.do?method=notice_detail_show¬iceid=2111
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China (MIIT). (2019b). 新能源汽车生动力蓄电池回收服务网点建设和运营指南 [Guidelines for the building and operation of new energy vehicle traction battery recycling service]. Retrieved from http://www.gov.cn/fuwu/2019-11/08/content_5450006.htm
- Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. (2007). 官产学研结合营造节能与新能源汽车发展氛围 [Governments, industry, universities and research institutes collaborate to develop energy-saving and new energy vehicles]. Retrieved from http://www.most.cn/ztl/jqjnjip/jnjpgzjz/jnjpgzjzbm/200703/t20070316_55760.htm
- Mock, P., Yang, Z., & Tietge, U. (2020, August 14). The impact of COVID-19 on new car markets in China, Europe, and the United States: V, U, W, or L? [Blog post]. Retrieved from <https://theicct.org/blog/staff/impact-covid-19-new-car-markets-china-europe-and-united-states-v-u-w-or-l>
- Monohan, P. (2019, January 31). Road trip: How China leads the world on EVs [Blog post]. Retrieved from <https://www.ef.org/blog/china-leads-the-world-on-electric-vehicles/>
- National Development and Reform Commission. (2007). 新能源汽车生产准入管理规则 [Management rule of new energy vehicle product market entrance]. Retrieved from http://www.gov.cn/zwgk/2007-10/24/content_785019.htm
- National Development and Reform Commission, Ministry of Energy, Ministry of Industry and Information Technology, & Ministry of Housing and Urban-Rural Development. (2015). 电动汽车充电基础设施发展指南 (2015-2020年) [Guidance for developing electric vehicle charging infrastructure for 2015-2020]. Retrieved from http://www.gov.cn/zhengce/2015-10/09/content_5076250.htm
- National Government Offices Administration. (2014). 政府机关及公共机构购买新能源汽车实施方案 [Action plan on purchase of new energy vehicles by governments and public institutions]. Retrieved from <http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757018/c3763293/content.html>
- New Energy Battery Recycling Professional Committee. (2020, August 19). 超千亿电池回收市场第一波高峰已至. [The first wave of battery recycling has arrived]. Retrieved from https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI2NzglNzlwMA==&mid=2247484289&idx=2&sn=3c8a56ec1b0e219bb83d2ac7bde3859b&chksm=eaf93fde8eb6c802f1ca11dcfb3fd5706293142f94a36c79bedd9f88d16ad21ecd6a7d98&mpshare=1&scene=1&srcid=0819mGyRfMynlhXrvngREwd&share_sharetime=1597962042909&shareid=370566b116f1e870aa94113cbda27135&exportkey=AR5JrgqGxVUADMwWYMzyljw%3D&pass_ticket=p9%2F1%2Bzlr2SgUHUop50p9y%2F41oHtgOgeouuBm57nHXvM3U2T5kUcbPSYUK%2FTN%2FG8%2B&wx_header=0#rd
- Ren, Z., Lian, Y., & Guo, S. (2019). 中国新能源汽车发展报告: 2019 [2019 China new energy vehicle development report]. Retrieved from <http://finance.sina.com.cn/stock/stockzmt/2019-09-22/doc-icezueu7475563.shtml>
- Sanderson, H. (2019, May 23). Electric cars: China powers the battery supply chain. *Financial Times*. Retrieved from <https://www.ft.com/content/455fe41c-7185-11e9-bf5c-6eeb837566c5>
- Sina. (2002). 北京清华新能源汽车工程中心成立 [Beijing-Tsinghua Engineering Center for new energy vehicles established] [Blog post]. Retrieved from http://blog.sina.com.cn/s/blog_5cf4392c0102xbeg.html
- Slowik, P., Lutsey N., & Hsu, C. (2020). How technology, recycling, and policy can mitigate supply risks to long-term transition to zero-emission vehicles.
- State Council. (2009). 汽车产业调整和振兴计划 [Auto industry adjustment and revitalization plan]. Retrieved from http://www.gov.cn/zwgk/2009-03/20/content_1264324.htm
- State Council. (2010). 国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定 [State Council's decision on accelerating the cultivation and development of emerging industries of strategic importance]. Retrieved from http://www.gov.cn/zwgk/2010-10/18/content_1724848.htm
- State Council. (2012). 节能与新能源汽车发展规划 (2012-2020) [Energy-saving and new energy vehicle development plan (2012-2020)]. Retrieved from http://www.gov.cn/zwgk/2012-07/09/content_2179032.htm
- State Council. (2013). 大气污染防治行动计划 [Air pollution prevention action plan]. Retrieved from http://www.gov.cn/zwgk/2013-09/12/content_2486773.htm
- State Council. (2014). 关于加快新能源汽车推广应用的指导意见 [Guidance on accelerating the application of new energy vehicles]. Retrieved from http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-07/21/content_8936.htm
- State Council. (2015a). 中国制造2025 [Made in China 2025]. Retrieved from http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm
- State Council. (2015b). 关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见 [Guidance on accelerating the development of electric vehicle charging infrastructure]. Retrieved from <http://www.scio.gov.cn/32344/32345/32347/33535/xgzc33541/Document/1451059/1451059.htm>

- State Council. (2020). 国务院办公厅关于印发新能源汽车产业发展规划(2021—2035年)的通知 [Notice of releasing new energy vehicle industrial development plan 2021–2035]. Retrieved from http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm
- The State Council Information Office of the People's Republic of China. (2018, June 28). 中国与世界贸易组织白皮书 [White Paper: China and WTO]. Retrieved from: http://www.xinhuanet.com/2018-06/28/c_1123050189.htm
- Tillemann L. (2016). *The great race: The global quest for the car of the future*. New York: Simon & Schuster.
- Toyota. (2019a, July 25). *Toyota expands collaboration in mobility as a service (MaaS) with Didi Chuxing, a leading ride-hailing platform* [Press release]. Retrieved from <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28993116.html>
- Toyota. (2019b, July 17). *CATL and Toyota form comprehensive partnership for new energy vehicle batteries* [Press release]. Retrieved from <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/28913488.html>
- Toyota. (2019c, November 7). *BYD, Toyota agree to establish joint company for battery electric vehicle research and development* [Press release]. Retrieved from <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/30565932.html>
- Volkswagen. (2019, November 21). *Volkswagen Group China to invest over 4 billion Euro in 2020* [Press release]. Retrieved from <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/volkswagen-group-china-to-invest-over-4-billion-euro-in-2020-5611>
- Wang, J. (2019, June 30). 新能源汽车发展十年回望: 产业政策的功与过 [A review of the 10-year new energy vehicle development: Merits and demerits of industrial policies]. Retrieved from https://www.sohu.com/a/323938626_120044219
- Wappelhorst, S., & Cui, H. (2020, November 11). Growing momentum: Global overview of government targets for phasing out sales of new internal combustion engine vehicles [Blog post]. Retrieved from <https://theicct.org/blog/staff/global-ice-phaseout-nov2020>
- Wei, Q., Li, B., & Peng, L. (2013, July 9). “十城千辆”目标落空新能源汽车昨不受待见? [What are the reasons behind the failure of 'Ten Cities, Thousand Vehicles' program?]. *People's Daily Online*. Retrieved from <http://finance.people.com.cn/n/2013/0709/c1004-22125148.html>
- Witter, F. (2018). *Shaping the transformation together*. Volkswagen. Retrieved from https://www.volkswagenag.com/presence/investorrelation/publications/presentations/2018/11_november/2018_11_29-30_Volkswagen_Group_Presentation_Investor_Meetings_Frankfurt_London.pdf
- Xu, W. (2013, November 29). Beijing cuts number of new cars. *China Daily*. Retrieved from http://www.chinadaily.com.cn/china/2013-11/29/content_17138915.htm
- Yan, F., & Dou, M. (2016, September 11). 一份非完整版的新能源车骗补名单意味着什么? [What does an incomplete list of companies engaged in new energy vehicle subsidy fraud mean?]. *People's Daily Online*. Retrieved from <http://auto.people.com.cn/n1/2016/0911/c1005-28706880.html>
- Yang, J. (2019, March 12). 工信部部长苗圩: 特斯拉带来竞争压力是好事 [Minister Miao Wei: It is good that Tesla brings about competition]. *D1EV.com*. Retrieved from <https://www.d1ev.com/news/renwu/87911>
- Yang, T. (2014, May 24). 习近平: 发展新能源汽车是迈向汽车强国的必由之路 [Xi Jinping: Developing new energy vehicles is the only way to lead China's auto industry from big to strong]. *Xinhua News*. Retrieved from http://www.xinhuanet.com//politics/2014-05/24/c_1110843312.htm
- Yang, Z. (2018, September 17). Why efficiency technology still matters in China [Blog post]. Retrieved from <https://theicct.org/blog/staff/why-efficiency-technology-still-matters-china>
- Zhou, J. (2013, November 13). 北京: 新能源车申请超指标将单独建系统摇号 [A separate lottery system will be created for new energy vehicles in Beijing]. Retrieved from <http://green.sohu.com/20131113/n390051028.shtml>



www.theicct.org

communications@theicct.org

[twitter @theicct](https://twitter.com/theicct)