



# 中国新能源公交车推广应用经验

## China's Experience in Promoting and Applying New Energy Urban Buses

交通运输部科学研究院

2020.10

**China Academy of Transportation Sciences**

**October, 2020**

# 目录

<b>一、 发展现状</b> .....	1
(一) 应用情况.....	1
(二) 发展趋势.....	4
(三) 存在的问题.....	5
<b>二、 五大政策经验</b> .....	6
(一) 宏观规划：确定纯电驱动技术路线和推广目标，给行业明确方向和预期.....	6
(二) 科技政策：设置科技专项，整合技术力量集中攻关.....	7
(三) 财税政策：补贴挂钩技术指标和推广比例，技术和规模同步提升.....	8
(四) 生产管理政策：企业和产品的双重准入管理，保障产品质量.....	9
(五) 运营管理政策：强化充电设计建设和运营监测，提升运营效果.....	10
<b>三、 五大实践经验</b> .....	11
(一) 车辆研发：产用合作优化车辆性能，提升车辆行业适用性.....	11
(二) 商业模式：多种融资租赁模式创新，降低初期投入.....	13
(三) 充电设施：多渠道开拓土地资源，新技术提升服务能力.....	15
(四) 运营组织：公交企业主动升级新能源公交车技术能力，保障运营服务.....	16
(五) 交流合作：多平台广泛交流，国际机构持续能力支持.....	20
<b>四、 发展启示</b> .....	21
(一) 以环境目标为引领，制定可行的推广计划.....	21
(二) 以精准施策为原则，紧密结合公交行业特点.....	21
(三) 以行业需求为牵引，重视对车辆运营的扶持与考核.....	22
(四) 以数据和标准为手段，强化公交行业管理.....	22
(五) 以全生命周期为对象，提早布局电池回收利用.....	22
(六) 以交流与合作为推手，鼓励企业创新与合作.....	23
(七) 以试点示范为先导，淘汰与新增并举.....	23

发展新能源汽车是中国履行《巴黎协定》承诺，改善城市空气质量的重要战略，城市公交行业一直是中国推广新能源汽车最快的领域，截至 2019 年底，中国新能源公交车已推广超过 41 万辆，车辆技术水平、运营效率、社会效益等方面的应用效果均有明显提升。中国新能源公交车的快速推广得益于中央政府层面的有力推动，包括制定明确的发展规划，给予技术研发支持，设置车辆购置和运营补贴，强化对生产和运营的管理等；同时，也得益于地方政府和企业的不懈努力，包括制定创新商业模式、强化产业链合作等。本文在从应用情况、发展趋势和存在问题等方面介绍中国新能源公交车发展现状的基础上，从中国国家层面的政策环境和地方城市层面的实践案例两个方面总结中国新能源公交车推广应用的相关经验，并基于对中国经验的总结，提出供其他国家参考的发展建议，希望中国经验能够为其他致力于推广新能源公交车国家提供有益的借鉴。

## **一、 发展现状**

### **(一) 应用情况**

中国新能源公交车自 2015 年起进入快速增长阶段，2015-2019 年的四年间，新购公交车中的新能源车占比分别为 66%、86%、86%、94% 和 96%。截至 2019 年底，新能源公交车总数超过 41 万辆，约占公交车总量的 59%。

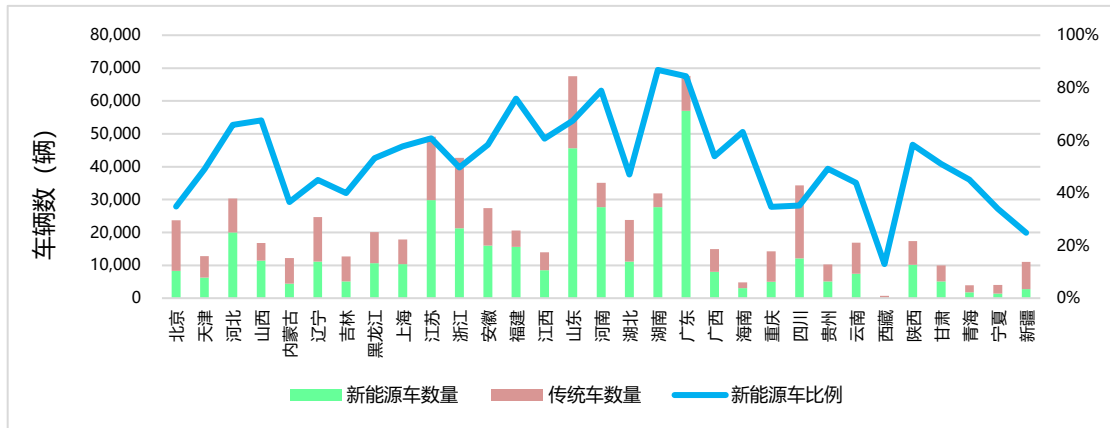


图 1 2019 年各省新能源公交车推广情况

中国的新能源汽车包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池汽车，其中，纯电动车占比具有绝对优势，以 2019 年新购的公交车为例，纯电动车占 90.1%。

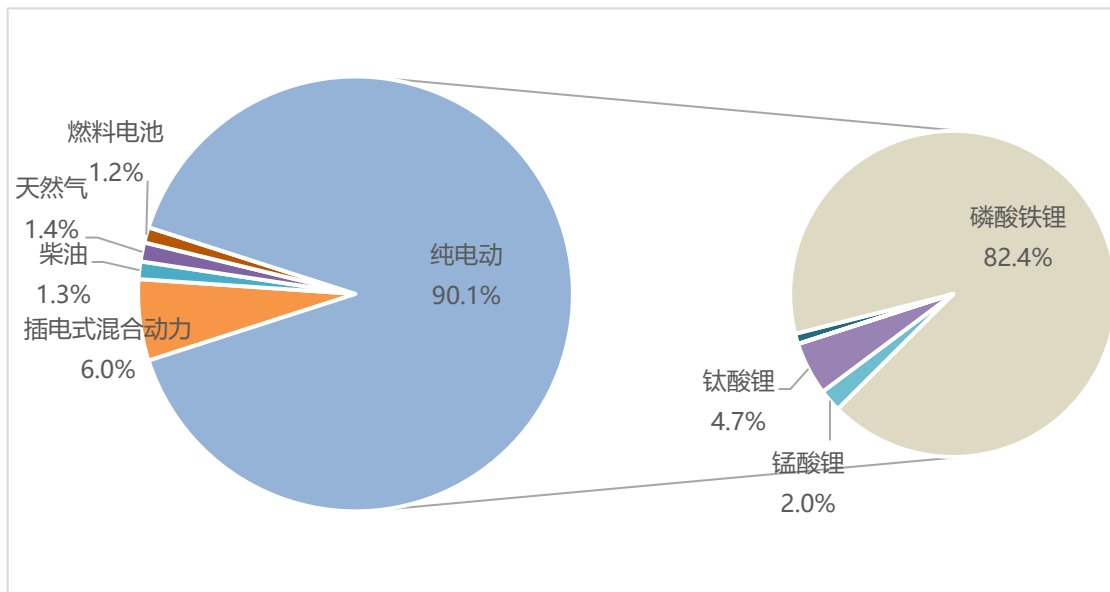


图 2 2019 年新购新能源公交车各动力类型占比

- 新能源公交车技术水平稳步提升，以纯电动公交车电池技术水平为例，2019 年新购的纯电动公交车的标称续驶里程、动力电池总能量以及动力电池能量密度三项性能指标相对于

2015 年增长幅度分别增长 54%，47%和 47%。

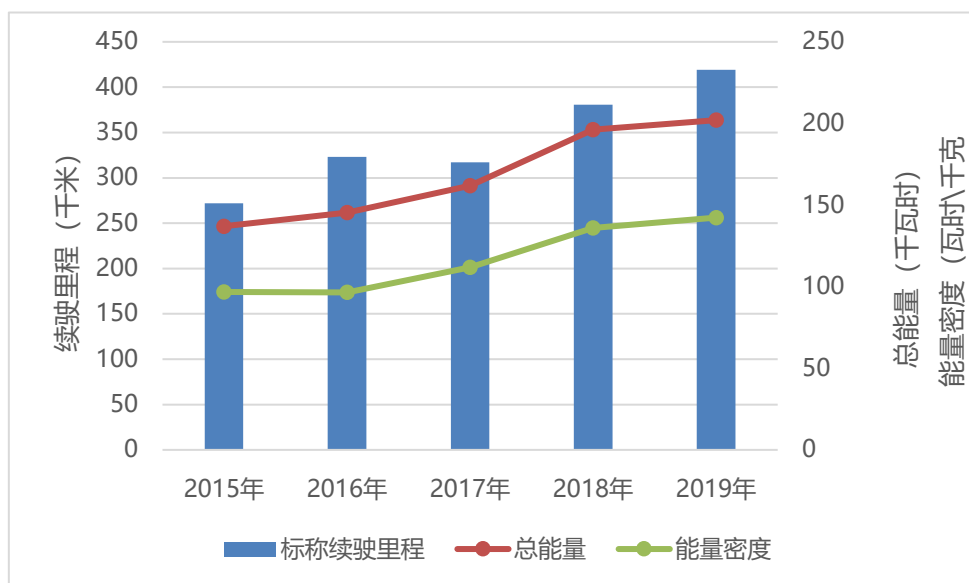


图 3 2015-2019 年纯电动公交车主要性能参数

从使用情况来看，2019 年全国纯电动公交车日均运营里程为 139 公里，与传统燃油车和燃气车的日均约 200 公里相比仍有差距，但差距正逐渐缩小。在 36 个主要城市中，有 11 个城市纯电动公交车全年日均运营里程超过了 150 公里；其中兰州最高，达到 203 公里，已完全不逊色于传统公交车。

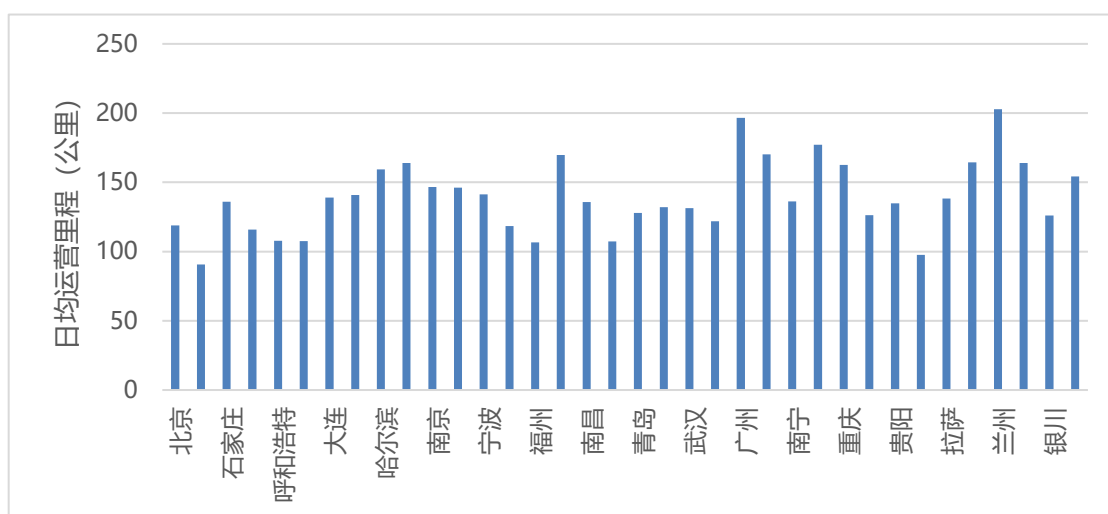


图 4 2018 年中国 36 个主要城市纯电动公交车日均运营里程

## （二）发展趋势

中国新能源公交车在数量继续增长的同时，在车型选择和智能化技术等方面表现出新的趋势。

新能源公交车数量继续增长。截止 2019 年底，中国有约 12.7 万台的燃油公交车和约 15.3 万台天然气公交车，其中的燃油公交车是主要更换对象。中国在 2018 年《交通运输部关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战实施意见》中提出，到 2020 年底前，重点区域的直辖市、省会城市、计划单列市建成区公交车全部更换为新能源汽车的目标，该政策保证了 2020 年新能源公交车的数量继续以比较快的速度增长。2020 年 10 月，中国新发布的《新能源汽车产业发展规划》中提出，2021 年起，国家生态文明试验区、大气污染防治重点区域新增或更新公交、出租、物流配送等公共领域车辆，新能源汽车比例不低于 80%，将使中国未来几年继续保持新能源公交车高速增长。

小型公交车辆比例提升。近年来，由于购车成本与运营效率等原因，8 米以上新能源公交车比例较高，而 6 米-8 米的公交车比例较低，6 米以下公交车数量极少。未来，由于按需响应式公交等公交服务模式多元化带来的新车辆需求，6 米-8 米和 6 米以下新能源公交车的数量可能增加。

氢燃料电池公交车增加。中国多个城市把发展氢能作为拉动地方经济增长的重点产业，而公交行业作为发展氢能的重要应用领域，多个地方提出了推广应用氢燃料电池公交车的计划，未来几年，氢燃料

电池公交车将增加至千台规模。

与车辆智能化和网联化融合发展。由于新能源汽车在智能化、网联化方面具有先天优势，中国目前正在开展试点示范的自动驾驶公交项目均为纯电动公交车；同时，多个城市也正在策划使用新能源公交车的自动驾驶公交试点项目。

### （三） 存在的问题

中国新能源公交车近年来的发展历程总体来看，在推广数量和使用效果方面均取得了良好成绩，但过程中也出现了一些值得其他国家引以为戒的问题。

一是新能源公交车的动力电池自燃事故时有发生，据不完全统计，近五年来，全国新能源公交车共发生安全事故 46 起。安全事故主要以起火冒烟为主，占比 96%，说明动力电池仍存在安全隐患。此外，由于担心动力电池浸水短路，在大雨内涝等极端天气会暂停车辆运营，也影响了城市公交服务的稳定性。

二是部分车辆存在动力性不足、电池衰减快、冬季低温时电池性能下降过大等问题。特别是早期对车辆的技术水平要求不严格，导致部分低质量产品进入公交行业，车辆不能很好满足运营需求，造成了社会资源的浪费。

三是部分城市充电设施建设滞后，出现已购置的车辆无法及时投入使用的现象。充电站选址与公交车辆充电需求存在一定程度脱节，市区内充电站数量少、规模小，而郊区的大型充电站距离运营线路较远，部分已建成的充电站使用率不高。

## 二、 五大政策经验

回顾中国新能源公交车发展曲线，始终保持上升势头，与一般的技术成熟度曲线（高纳德曲线）有明显差异，在技术萌芽期和期待高涨期之后，并没有快速下滑出现谷底期，而是直接进入了稳步增长的高峰期，说明中国实施的一系列强有力的扶持政策改变了新能源公交车作为新技术的发展轨迹。

中国新能源公交车快速发展的最主要推动力来自于中央政府为了减少碳排放和改善空气质量，而制定的一系列组合政策。政策主要包括及时发布宏观规划政策，从而给汽车产业界明确的预期，给交通运输行业明确的任務；通过设置大型科技项目，明确技术路线，快速攻克关键技术；利用财税扶持政策快速扩大推广规模，降低生产成本；不断提高对车辆技术指标门槛的要求，拉动企业技术进步；加强车辆运营管理，保证使用效率等，以下对各类别政策中起到关键的重点进行介绍。

### （一） 宏观规划：确定纯电驱动技术路线和推广目标，给行业明确方向和预期

中国从气候变化、空气质量、能源、经济、城市交通等角度，制定了发展新能源汽车和新能源公交车的宏观层面的战略规划和指导意见，确立了行动纲领和指南。主要包括环境保护规划、大气污染防治行动计划、能源发展规划、能源技术革命创新行动计划、蓝天保卫战三年行动计划等。

其中，2012年发布的《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—



2020 年)》明确了以纯电驱动为新能源汽车发展和汽车工业转型的主要战略取向，并分别拟定了 2020 年、2025 年的发展目标。

2014 年发布的《国务院办公厅关于加快新能源汽车推广应用的指导意见》提出了产学研用结合，由政府引导，通过在公共服务领域的示范使用来增强社会信心，降低购买使用成本的原则，并要求地方政府制定具体实施方案和工作计划。

2015 年发布的《交通运输部关于加快推进新能源汽车在交通运输行业推广应用的实施意见》则提出重点在城市公交、出租汽车和城市物流配送领域发展新能源汽车，并提出到 2020 年新能源城市公交车达到 20 万辆的具体数量目标。

中国在 2012 年纯电动公交车技术水平和经济性等方面仍不尽人意的阶段就明确提出纯电驱动技术路线，给产业界指出了资源投入和技术攻关的具体方向，避免了多种技术路线并行造成的资源分散。同时，2015 年交通运输部根据行业特点，选择公交领域作为新能源汽车推广主阵地，并提出 5 年内推广 20 万辆新能源公交车的宏大目标，使公交行业管理部门和公交企业有了明确任务和工作依据。

## **(二) 科技政策：设置科技专项，整合技术力量集中攻关**

中国通过一系列政策来加大相关科研力量和资金投入，为包括新能源公交车在内的新能源汽车及相关零部件技术攻关和产业创新提供了资金支持和发展平台。

科技规划方面，2011 年科技部发布了《国家“十二五”科学和技术发展规划》，提出全面实施“纯电驱动”技术转型战略。

科技专项方面，“十五”和“十一五”期间，科技部分别组织实施了国家 863 计划“电动汽车重大科技专项”和“节能与新能源汽车重大项目”，累计投入 20 多亿经费，共设立相关课题 500 多项；从 2015 年起，科技部联合财政部、工信部等组织实施“十三五”国家重点研发计划新能源汽车试点专项，大力支持动力电池与电池的管理系统、电机驱动与电力电池总成、电动汽车智能化等方向的研究。

科技推广方面，在 2009 年起，中国在《汽车产业技术进步和技术改造项目及产品目录》中将电动汽车及部件列为支持重点，符合条件的项目可申请专项资金；2012 年还启动了新能源汽车产业技术创新工程，以奖励的形式集中资金重点支持有市场潜力的项目。

中国通过大型科技项目的形式聚合了产学研用多主体的资源，集中力量突破电池、电机、电控等关键零部件和整车集成的核心技术，在短时间内大幅提高了新能源公交车产品技术水平，为大规模推广新能源公交车创造了技术条件。

### **(三) 财税政策：补贴挂钩技术指标和推广比例，技术和规模同步提升**

中国对新能源汽车的财税扶持政策主要包括减免购置税和车船税、试点示范项目财政补助、购置补贴和运营补贴几种形式。

关于对试点示范项目的资金支持，中国在 2009 年启动了节能与新能源汽车示范推广试点工作，88 个城市作为新能源汽车示范应用城市，由中央财政对试点城市相关公共服务领域购买和使用节能与新能源汽车给予一次性补助，并要求地方财政也给予适当补助。

关于车辆购置环节的补贴政策，自 2016 年起购置补贴的金额逐年降低，2016 年对于 10 米以上的纯电动公交车给与 50 万元购置补贴，2019 年补贴标准降至 9 万元，且对车辆能耗水平、动力电池能量密度等技术指标提出了更高要求。

关于新能源公交车运营补贴，对于 2015 年以后增加的新能源公交车，根据车长和车辆动力类型给与金额不等的运营补贴，其中 10 米以上纯电动公交车的补贴金额最高，为每年 8 万元。此外，还对各省的推广比例提出了考核目标，对达不到考核目标的省份不予补贴。

中国采用了先对部分试点城市进行资金支持，在为新能源汽车发展积累了一定的运行数据和经验，新能源汽车整车和产业链初具规模后，才开始扩大到全国范围，同时，在开始全面进行补贴后，每年根据技术水平进步情况调整申请补贴的车辆技术指标门槛，逐步降低单车补贴额度，促进优胜劣汰，提升行业集中度，促进行业良性发展。在运营补贴政策中对推广比例进行考核，扩大生产规模和应用规模，提升补贴资金的使用效果。

#### **(四) 生产管理政策：企业和产品的双重准入管理，保障产品质量**

中国通过新能源汽车生产企业及产品准入的管理规则、电池行业规范条件、电池回收利用要求等政策对来维护新能源汽车市场秩序，保障产品质量。

中国于 2009 年和 2017 年两次发布了《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》，从设计开发能力、生产能力、产品生产一致性保

证能力等方面对申请准入的生产企业提出了要求，也明确了申请准入的汽车产品所应当符合的有关法律法规和安全技术条件。

中国还重点对动力电池的生产制造进行监管，工信部于 2015 年发布了《汽车动力蓄电池行业规范条件》，对动力电池生产企业的产能和技术等方面提出了要求，并分四批发布了符合要求的企业目录，该政策对促进动力电池生产企业的技术进步和规模化发展起到了一定历史作用，于 2019 年 6 月废止。

中国将动力蓄电池的回收利用作为促进电动汽车产业化的重要内容，2018 年 2 月，多部委联合发布《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》，明确了动力电池生产企业产品的设计要求、生产要求和回收责任等。

#### **(五) 运营管理政策：强化充电设计建设和运营监测，提升运营效果**

中国通过加强充电设施建设，加强车辆运营管理等政策来推动新能源公交车的高效运营。

支持充电配套设施的建设和运营。2014 年，国家电网发布《关于做好电动汽车充换电设施用电报装服务工作的意见》，全面开放电动汽车充换电基础设施市场，支持社会资本参与。2014 年发布《关于新能源汽车充电设施建设奖励的通知》，中央财政安排资金对充电设施建设进行奖励。2014 年国家发改委发布《关于电动汽车用电价格政策有关问题的通知》，对新能源汽车充换电设施用电实行扶持性电价政策。

加强对车辆投入运营后使用情况的跟踪和管理。由工信部建设新能源汽车国家监测与管理平台，要求车辆生产企业为所有新能源车辆安装车载信息终端，采集车辆运行数据，并向国家平台上传运行数据，实现对新能源公交车的运营情况的全面监测。将车辆使用情况与运营补贴挂钩，要求新能源公交车的年运营里程不得低于3万公里，否则取消当年运营补贴资格，从而保证车辆的使用效率。

### **三、 五大实践经验**

中国新能源公交车快速发展也要归功于各城市以公交运营企业为主体的各相关方在过程中的不懈努力和不断探索。本节介绍中国在新能源公交车推广应用中在车辆采购商业模式、充电设施建设、运营管理、上下游协作、国际合作等几个重要环节的具有代表性的案例和做法。

#### **(一) 车辆研发：产用合作优化车辆性能，提升车辆行业适用性**

新能源公交车作为新的技术产品，在车辆设计、确定技术参数等方面的很多技术细节仍未成型，中国部分城市在组织生产企业和用户紧密合作，共同推动车辆技术进步，提升车辆的本地适用性方面做出了良好表率。

福建省交通运输行业管理部门主动对接生产企业，组织各地市交通运输主管部门开展需求摸排工作，确定新能源公交车购置需求，为汽车生产企业制定生产方案提供支持。同时，交通运输行业管理部门还积极收集新能源公交车运营中发现的问题，以及公交企业反馈的对新技术、新功能的需求，指导汽车生产企业对已投入运营车辆进行性

能改造提升，推动电池创新、充电创新、整车创新；督促汽车生产企业认真落实与公交企业约定的服务内容，帮助树立汽车生产企业的诚信品牌。

郑州市公交企业积极与车辆生产企业沟通协作，参与新能源公交车的研发应用，从使用者的角度出发，主动提出技术路线、功能结构及系统优化定型等方面的意见建议，不断提升车辆的可靠性、稳定性和通用性，使新能源公交车能够满足公交运营工况的需求，提升节能降耗的效果，有效发挥公交行业需求对车辆技术进步的引领作用。郑州市在选用的新车型大批量使用前，使用样车在线路上示范运营，在实验车辆性能稳定、安全可靠的前提下，才将新车型投入使用。

哈尔滨市为增强动力电池耐寒能力，保证动力电池性能和循环寿命稳定，由交通运输行业主管部门牵头搭建交流平台，指导公交企业和汽车生产企业加强技术沟通，共同优化动力电池设计。针对东北寒冷地区特殊气候条件，为解决纯电动车电池在低温下无法充电以及衰减损耗问题，结合公交企业历史使用情况，共同探讨动力电池优化升级方案，最终在研发出了纯电动车“纳米级电池防寒保温被”，有效提高了冬季电池充电效率。同时在电池仓和电池控制系统外增加保温层，降低动力电池舱体的热量散失，从主动及被动两方面保证了冬季动力电池正常工作温度，大幅提升了动力电池循环寿命和抗低温性能。



图 5 哈尔滨市新能源公交车的室内充电站

## （二） 商业模式：多种融资租赁模式创新，降低初期投入

新能源公交车虽然运营成本较低，但车辆价格高，车辆购置的资金压力大，且公交企业对电池使用寿命等车辆技术性能有担心，这些都影响了公交运营企业采购新能源汽车的意愿，而通过商业模式的创新来分担风险，减少公交企业的初期投入能够帮助新能源公交车的推广。中国一些城市在由公交运营企业、车辆生产企业、充电设施运营商和银行之间共同商定金融服务形式，摸索出了有效的相关方利益共享、责任共担的可行模式。

根据所有权不同，中国的新能源公交车商业模式可以分为整车购买、整车租赁和购租结合三大类，根据充电站建设主体、租赁性质等的不同，又可以分为若干类别。

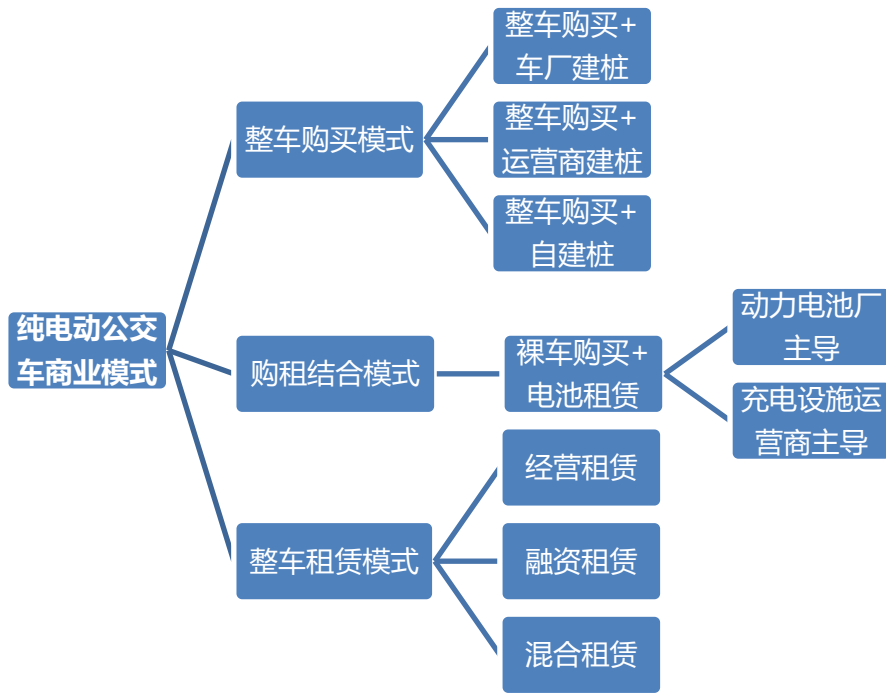


图 6 纯电动公交车购置商业模式分类

以深圳市为例，2015 年以前，深圳市曾采用“车辆和动力电池分离、融资租赁”的推广模式。2015 年，为更好的发挥公交运营企业的积极性，采取了企业自主招标的方式，由各公交运营企业结合自身需求选择适合的商业化模式进行新能源公交车推广。

深圳市规模最大的深圳巴士集团采用了“整车购买，充电服务外包”的模式。公交公司与车辆生产企业签订整车购买合同，并附带车辆运营期内的维保服务协议，车辆生产企业承诺车辆、动力电池、电机、电控系统的质量保证期为 8 年（与深圳市公交车运营年限一致），并通过车价 20-30%的质保金来保证承诺兑现；充电服务由充电服务商提供，充电服务商按协议负责充电设施建设，并收取一定的充电服务费。

而深圳另外两家公交企业，东部公交公司和西部公交公司则采用



了“混合租赁（裸车为融资性租赁+‘四电系统’为经营性租赁）”的模式。车辆生产企业将车辆及充电设施打包作为统一整体，销售给第三方金融机构，并负责运营期内除车辆易损、易耗件以外的维修，以及充电设施的建设维护。公交公司与第三方金融机构签订租赁合同，承租车辆及充电设施，租赁期内车辆及充电设施所有权归金融机构，8年租赁期满后车辆及充电设施所有权归公交企业。8年期间车辆如出现技术问题，相应损失由车辆生产企业承担。

中国新能源公交车推广商业模式多样，深圳之外，武汉、成都、合肥等其他城市的做法都有一定差异，随着车辆价格、车辆技术水平、电池梯次利用等因素的变化，商业模式还将与时俱进，不断调整。

### **（三） 充电设施：多渠道开拓土地资源，新技术提升服务能力**

新能源公交车的用电需求大，在城市中建设大量的充电设施是各地面临的普遍难题，中国的地方政府在充电设施建设过程中主动发挥了重要的推动作用，从制度保障、协调机制和技术创新等多方面增加充电设施供给。

深圳市利用市级公交场站及充电设施建设管理工作协调机制，利用多渠道土地资源，进行充电场站建设。主要包括：帮助企业协调延长租赁场站租期；按照有关抢险救灾临时用地的管理规定和要求，积极利用深圳市国有储备用地建设临时公交场站及充电设施；加大商业开发配套建设，在商业楼宇的裙楼等部分配套建设公交场站；推进公交立体综合车场和公交立体停车库建设等。此外，深圳市通过利用先进技术来提高充电应急保障能力，包括采用网式快捷充电技术，挖掘

原有场站及充电设施服务潜力；引入柔性充电技术，提高充电桩使用效率；引入移动补电车，解决个别片区充电难问题。

郑州市通过省市两级政府和公交企业的共同努力，推进充电设施建设。河南省政府先选择了石楠路 and 花寨两个公交场站，主导建设了两个技术超前、智能高效的省级充电示范站；郑州市政府则在 2017 年投资建设了 16 个专为公交车使用的充电站；郑州公交公司则在 20 处公交场站自主建设了充电站。通过三方共同努力，截至 2018 年底，郑州市共拥有 38 个充电站，1150 把充电枪，形成了 5-10 公里的充电网络，减少了公交车开往充电站的空驶里程，提高了新能源公交车运营效果。



图 7 郑州市科学大道石楠路充电站

#### **(四) 运营组织：公交企业主动升级新能源公交车技术能力，保障运营服务**

新能源公交车与传统车辆相比，续驶里程短、充电时间长、冬季性能下降等短板决定了针对传统燃油燃气公交车的调度组织方法并不是适用于新能源公交车，中国公交运营企业在实践中不断提升自身车辆维保能力，优化运营组织，提升车辆使用效率。

深圳市制定精细化运营调度策略，缓解纯电动车辆先天劣势。深圳市公交企业综合考虑公交线路特点、客流需求和充电成本，实施精细化运营管理，一是针对峰谷平的电价差异，以“尽量使用谷电、避开高峰用电”为原则，根据公交线路长短和首末站充电桩资源，科学制定充补电策略；二是优化运营调度组织方式，在依据客流需求分布规律、线路生产作业计划、道路通行特点的基础上，重点考虑线路纯电动车辆的配置情况和充补电策略，不断优化调整运营调度；三是实施“一线一方案”，制订每条线路的运营生产方案，内容涵盖客流调度与分析、生产任务计划、日常运营调度方案、生产完成跟踪情况及各类分析总结。在加强行业维保队伍建设方面，深圳市公交企业不断完善车辆维保服务操作规范和标准，加强车辆维修保养队伍建设，全面提高新能源公交车辆维修保养服务水平。同时，针对纯电动公交车的特性及使用操作特点制定对应的培训规范，让每一位公交车驾驶员充分掌握纯电动公交车的操作方法，保障行车安全。

济南市为做好新能源公交车在高温多雨季节的安全使用维护管理，正确应对和有效防范因高温、涉水可能造成的车辆故障和安全隐患，要求公交企业加强新能源车辆防火、防水、防触电预防性安全检查，组织开展针对重要节点车辆技术检查和互查工作，完善应急预案，每年定期组织相关人员进行培训和演练，提高应急预案的实用性、可操作性及应急处置能力。为提升维修服务保障能力，采取市场化运作，由济南公交公司与整车生产企业和零部件企业合作建立了三十余家特约维修服务站，强化事前预防功能，不断加大服务站维护深度，持

持续提升服务站人员技术水平，已具备对新能源公交车的电池、电机、电控系统及自动变速箱、绞盘的检测维护能力，有效提高了车辆保障水平。为使车辆故障能够被及早发现、及早预防，济南公交公司搭建实时监控平台，在车辆远程监控系统的基础上，开发了“济南公交车辆远程监控手机 APP”，将电池温度、车辆状态、故障情况等主要信息实时发送到工作人员的手机，提升了快速响应和处置能力。



图 8 济南公交车辆远程监控手机 APP

郑州市公交公司将新能源车辆及充电运营管理系统作为企业智能化管理平台的一部分，与乘客出行信息服务、智能调度系统、ERP 综合信息管理系统等紧密结合。平台能够实时采集新能源车辆的数据，能够自动化诊断运行故障；实现了运营调度优化，能够针对新能源车辆的特点进行公交智能排班；实现了充电策略优化，能够结合公交排班计划和电价成本进行充电功率动态分配，提高充电站的使用效率；同时，能为公众提供准确、实时的换乘查询、车辆位置查询等信息服务。郑州公交公司还专门搭建了纯电动公交车全真模拟平台。高度还原郑州市使用的 8 米纯电动公交车，按照原车尺寸、原车布局，实现

全面可视化的全真模拟。该平台能模拟设置高低压控制系统、电机电路、电除霜、电转向等系统各类纯电动系统常见故障，通过控制不同颜色的流水灯演示车辆的高低压控制逻辑和电流走向。能具备整车及各大总成的功能、结构、原理的 3D 动画演示功能，对职工纯电动公交新技术培训起到良好作用。

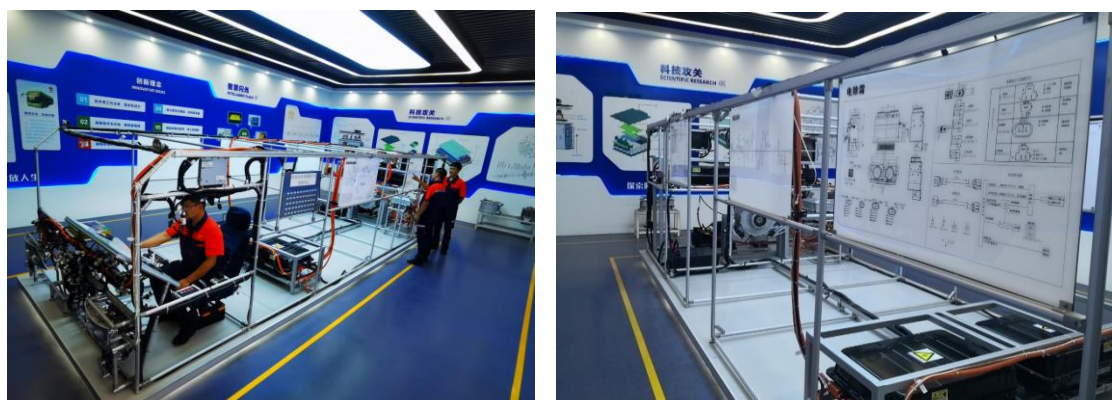


图 9 郑州公交公司纯电动公交车全真模拟平台

哈尔滨市作为高寒地区代表性城市，通过多项措施来保障冬季日常运营需求。哈尔滨市除了提高动力电池的耐寒性能外，还针对当地冬季寒冷天气，采取了多项辅助措施，包括：安装独立热水循环系统或整车电加热系统，通过水暖散热器或壁挂式电加热器对车厢、驾驶区进行加热，同时完成前风挡除霜；对车厢保暖方案进行定制化设计，侧围封板、驾驶区地板、顶板填充等均增加反射隔热材料，留住更多热量；针对冬季驾驶区在乘客门开关时易进风、驾驶区温度低的问题，将司机驾驶区设计为封闭结构，保证驾驶区的独立性与舒适性；增加了防滑性能较高的石英砂地板革，将乘客座椅改为防凉性能较好的软垫；要求驾驶员在冰雪路面行驶时务必打开雪地开关，防止因 ABS 失效导致车辆打滑；此外，还定期邀请生产企业派驻技术人员到公交企

业实地讲解和培训。一系列辅助措施的实施，有效保证了新能源公交车寒冷天气下运营的安全性和舒适性，目前哈尔滨市已能够实现新能源公交车冬季全天稳定运营，单车日均运营里程最高达到 230 公里。

#### **(五) 交流合作：多平台广泛交流，国际机构持续能力支持**

过去几年，中国相关机构积极组织开展的多种形式的以新能源公交车推广应用为主题的交流活动为各地分享技术和经验发挥了重要作用。“零排放出行新技术应用推进联盟”“新能源汽车大数据联盟”

“中国清洁交通伙伴关系(CCTP)”等行业组织相继成立，在推动产业链上下游合作、汇聚各方资源方面开展了系列活动；“零排放出行新技术研讨会”“新能源公交示范线路经验交流会”等技术交流活动每年定期举办，结合当年的行业热点问题，为各地分享经验，碰撞思想提供了稳定的交流平台；“新能源公交车性能评价赛”等专业赛事为行业提供了展示优秀产品的舞台，起到了引导技术进步，扶优扶强的良好作用。

中国新能源公交车推广应用进程中，积极利用来自国际的资金和智力资源，多个国际机构支持了一系列新能源公交车相关的研究项目和能力建设项目。能源基金会支持交通运输部科学研究院、中国汽车技术研究中心、北京理工大学、北京市交通发展研究院等机构开展了新能源公交车发展路径、补贴政策、效果评估等方面的多项研究。世界银行和亚洲开发银行等国际金融机构在为新能源公交车项目提供贷款的同时，还支持国内外相关单位和专家开展了多个研究项目。世界资源研究所(WRI)、交通与发展政策研究所(ITDP)、等研究机构开

展多项以新能源公交车为主题的相关研究活动。上述研究成果在帮助中国新能源公交车发展中合理制定政策，提升科学决策能力方面起到了有益作用。

## **四、 发展启示**

通过上述对中国发展新能源公交车中在国家层面和各地方城市的实践经验的总结和提炼，能够对致力于推动新能源公交车推广的其他国家提供有益的启示。

### **(一) 以环境目标为引领，制定可行的推广计划**

各国和各城市应根据各自的减少碳排放和改善空气质量的目標，综合考虑本地经济发展水平、汽车工业技术水平、能源结构、城市公共交通特点等因素，因地制宜地选择发展纯电动、混合动力和燃料电池等不同技术路线，合理设定推广数量和推广节奏，制定可行的推广计划，并及时向社会早发布，给汽车制造行业和公交行业传递明确的信息。

### **(二) 以精准施策为原则，紧密结合公交行业特点**

中国新能源公交车推广应用取得成功的关键之一是针对公交行业的特点来制定相关规划和扶持政策，包括公交车具有的行驶线路固定、日均运营里程和运营时间稳定等运输需求上的特点，也包括中国政策执行力强等制度上的优势和特点。各国制定本国规划和政策应充分分析本国公交行业的特点，做到精准施策，同时，对公务班车、机场用车等与公交行业特点类似的其他商用车领域可以统筹进行考虑，而对于以私有企业为主的重型货车等领域则需要另行研究，设计更有

针对性的政策。

### **(三) 以行业需求为牵引，重视对车辆运营的扶持与考核**

中国实行的相关扶持政策对实现新能源公交车快速推广起到了重要的促进作用，其中对车辆运营阶段的财政补贴对提高公交企业积极性，保证新能源公交车使用效率，提升节能减排效果取得了良好的效果。建议各国重视对新能源公交车运营阶段的资金扶持，并且在运营补贴政策设计时不仅考虑车辆技术性能，更应将补贴金额与车辆使用效果挂钩，应建立针对使用效果的考核机制，从而促进公交企业用好车辆，引导车辆生产企业在研发中更关注车辆使用性能，更好满足公交行业需求。

### **(四) 以数据和标准为手段，强化公交行业管理**

中国的“新能源汽车国家监测与管理平台”在新能源汽车推广应用中为政府了解应用效果，实现量化考核，支撑政府决策等方面发挥了良好作用，建议各国加强对新能源公交车辆和充电设施运行的数据采集，并积极推动数据分享，利用大数据技术提升管理水平。及时研究制定车辆技术要求、设备安全操作等方面的相关标准规范，保证新能源公交车整车和关键零部件的技术水平，保证投入运营后的效率和经济性，进而保证新能源公交车节能减排效果的有效发挥。

### **(五) 以全生命周期为对象，提早布局电池回收利用**

中国新能源公交车发展早期阶段对车辆与动力电池寿命不同步的问题准备不足，出现了动力电池无法及时更换，退役的动力电池不能充分利用等问题，在 2018 年才出台了相关政策。建议各国全面考



考虑新能源公交车全生命周期中面临的各项挑战，提早制定动力电池回收利用的相关政策和标准，提早搭建动力电池回收后开展梯次利用或进行拆解的相关渠道，降低废旧电池对环境的影响。

#### **(六) 以交流与合作为推手，鼓励企业创新与合作**

中国公交行业经历了对新能源公交车逐渐适应，相关各方不断磨合，车辆使用效果逐步提升的发展过程，电动汽车百人会、清洁交通合作伙伴关系、零排放出行联盟等交流平台在促进多方合作方面发挥了良好作用。建议各国在新能源公交车推广应用过程中注重交流与合作，积极搭建专门的交流平台，鼓励产业链相关各方的创新与合作，推进交通运输网与能源互联网的有效结合，推动电动化与智能化的融合发展，支持车辆采购和充电站建设方面的商业模式和金融服务创新，及时破除原有管理体系中不必要和不适应的各类约束。

#### **(七) 以试点示范为先导，淘汰与新增并举**

中国早期开展的新能源公交车试点示范项目对于检验新技术的可靠性，发现既有管理体系中存在的需要适应和调整的问题，缓解企业早期的研发成本压力，提升社会整体对新能源汽车接受度等方面起到了良好作用。建议各国在早期阶段不过度追求推广数量，宜以试点示范为先导，在试点示范中及时总结各个项目的实践经验，提炼优秀技术和机制，在技术日益成熟，充电设施不断完善的过程中，通过逐渐淘汰老旧车辆，有序增加新能源车辆来逐步扩大新能源公交车推广规模。