

广东省新能源汽车应用对能源需求及城市环境影响分析

傅 蕾 赵雪敏 蒙文川 博士 (南方电网有限责任公司技术情报所能源经济研究室 广州 510030)

中图分类号：U270 文献标识码：A

内容摘要：本文基于LEAP模型，量化分析新能源汽车对能源及城市环境的影响。研究表明，城市公共交通运输系统对城市环境影响显著，私人用车基数较大并保持高速增长，未来对城市环境影响将愈发明显。要从根本上改善城市环境，私人用车领域的新能源汽车应用不容忽视，本文研究内容为广东新能源汽车发展相关决策提供有益参考。

关键词：新能源汽车 碳排放 能源发展

机动车城市环境影响及能源消费现状分析

(一) 机动车污染物排放影响

2016年1月，环保部发布了《2015年中国机动车污染防治年报》，机动车已经成为我国空气污染的重要来源，是造成灰霾、光化学烟雾污染的重要原因。从环保部监测情况来看，随着机动车保有量的快速增长，我国城市空气明显开始呈现出煤烟和机动车尾气复合污染的特点，相比较其他排放源，机动车尾气排放的不仅是颗粒污染物，还包含造成大气氧化性增强的“催化剂”，加重空气污染。实际上，世界发达城市都面临同样的问题，机动车减排将是一项长期的重点工作，具体到我国城市机动车排放，机动车保有量的高速增长则是需要面临的一项重要问题。

(二) 机动车构成及保有量增长

广东省民用汽车自2003年以来保持13%以上的增长率，在2005年更是达到22%的高增长率，近年来增速有所减缓，但仍维持在13%以上。根据汽车结构，民用汽车分为载客汽车、载货汽车与其它汽车，其中载客汽车占比逐年增长，并在2014年达到85.9%；根据承载能力，载客汽车又分为大、中、小、微型，其中小微型载客汽车占载客汽车总体比重趋于增长并在2014年达到97.5%。载货汽车则分为重、中、轻、微型，其中，轻型载货汽车占据绝大部分比重且占比较为稳定，2014年占比为75.2%。

民用载客汽车根据使用性质不同区分为营运载客汽车与非营运载客汽车，其中非营运载客汽车占载客汽车总量

的98.6%（2014年），假设私人汽车不参与营运，那么非营运载客汽车包含私人载客汽车，并且私人载客汽车占非营运载客汽车的90%以上，是民用载客汽车的主要构成，其污染物排放较难引导与控制。与载客汽车不同的是，营运载货汽车仍然是民用载货汽车的主要构成，2014年仍然维持44%的占比。

由上述分析可知，载客汽车中小微型载客汽车占据绝大部分比重，并且以私人载客汽车为主，载货汽车中轻型货车占比显著，下文分别对载客汽车、载货汽车增长形势进行分析。

无论是民用载客汽车还是私人载客汽车，小微型载客汽车增速均高于载客汽车整体增长速度，并且，私人载客汽车增长速度明显高于民用载客汽车整体增速，2014年民用载客汽车、小微型民用载客汽车、私人载客汽车、小微型私人载客汽车分别增长15.3%、16.2%、17.2%、17.7%。载客汽车增长虽有所放缓，但长期以来整体处于高速增长水平。

与载客汽车的高速增长相比，载货汽车增长则更为平缓，并于2011年开始增速逐年下降，2014年民用载货汽车及轻型载货汽车增速均降至1.6%。

结合城市空气环境影响分析，对城市空气环境影响较大的机动车类型包括城市公交、出租车及私人载客用车。城市公交、出租车相比民用汽车总量，在数量上并不显著，但因营运特性，其能源消耗及对城市区域空气环境的影响却是值得关注的；私人载客用车方面，一是总量基数大，占据民用汽车绝大部分比重；二是增长快，其对能源的需求及城市空气环境的影响不容忽视。下文将基于广东省相关政策、计划目标性文件及量化分析新能源汽车应用对广东省城市环境的影响。

广东省新能源汽车发展相关政策、方向及目标

(一) 广东省新能源汽车发展相关政策

近几年来，新能源汽车在我国得到快速发展，与全国

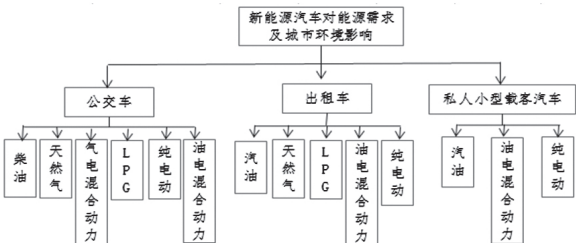


图1 新能源汽车对能源需求及城市环境影响分析框架

区域经济

及地方政府的引导政策密切相关。我国新能源汽车总体起步较晚，技术方面与世界先进水平存在较大差距，尤其是混合动力、氢能和燃料电池车方面，配套设施方面更是在近年才开始扩大建设。因此，政府相关政策对新能源汽车推广应用的引导作用十分关键。目前，全国及地方政府与新能源汽车相关的政策性文件包括财政部发放的新能源汽车补贴政策、全国及地区新能源汽车产业的发展规划等文件。

广东省《新能源汽车补贴政策 2015-2016 年广东省最新补贴标准》提出，2016 年新能源汽车的补贴范围主要在公交、环卫、出租、公务、邮政、物流、工程及私人领域示范推广的纯电动汽车、插电式混合动力汽车（含增程式）及燃料电池汽车的新能源汽车购车；在《广东省新能源汽车产业发展规划（2013-2020 年）》文件中，计划 2015 年新能源汽车推广应用达到 5 万辆，以纯电动汽车、插电式混合动力汽车、增程式电动汽车为产业发展重点；《广东省加快推动新能源汽车推广应用意见》（下文简称《意见》）文件提出，到 2020 年广东省新能源汽车推广应用目标为 25 万辆，以纯电动为主要方向，对公交车新能源应用给出了明确目标，即 2020 年新能源公交车保有量占全部公交车比例 30% 以上，其中纯电动公交占 20% 以上。

下文将基于新能源汽车的相关政策并结合应用类型，具体分析新能源汽车在各领域的发展方向及目标。

（二）广东省新能源汽车发展方向及目标分析

考虑量化分析可行性，本文将重点分析公交车、出租车、物流用车及私人载客领域的新能源汽车应用及其影响。

公交车方面，纯电动汽车将成为中长期内主要的推广类型，天然气及气电混合动力公交车将作为辅助应用；出租车方面，目前纯电动、插电式混合动力及燃料电池电动汽车由于购车成本仍然较高，中期内在出租车领域应用范围有限，传统油电混合动力汽车虽未列入新能源汽车补贴范围，但因其经济效益高，在出租车应用方面仍然存在一定推广空间；物流用车方面主要考虑轻、微型货车，一方面考虑重、中型货车主要用于长途运输，新能源汽车技术目前应用于大吨位长途运输工具仍然存在一定局限性；另一方面，轻、

微型货车主要用于城市范围的物资运送，对城市空气环境影响更为显著；私人用车方面，目前纯电动汽车存在购车成本高、充电不便等问题，要推广新能源、纯电动汽车在居民个人及商业范围的应用，完善充电设施建设是首要任务。中长期内，随着纯电动汽车技术的进步，购车成本趋于降低，再附加充电设施的进一步完善，纯电动汽车在私人用车中也将占有一席之地。从目前实际情况来看，油电混合动力或因其良好的节能性而获得广大个体及商业用户的青睐。

根据新能源汽车在各个领域的应用发展方向并从目前所面临的困难出发，对未来其新能源汽车的应用比例进行预测，作为下文 LEAP 模型新能源汽车推广应用的情景假设，详见表 1- 表 3。

结合下文对汽车保有量增长的分析，预计 2020 年在公交、出租及私人小型载客汽车领域，新能源汽车的推广应用量将达到 21 万辆左右，将有力推进《意见》中 2020 年新能源汽车推广应用达到 25 万辆的计划目标实现。

运用 LEAP 模型分析新能源汽车带来的环境影响

（一）模型方法介绍

本文运用 LEAP 模型采取自底而上的方式分析能源需求及环境影响，基于 LEAP 模型的框架结构如图 1 所示。以公交车为例，公交车能源需求及环境分析基于对各类动力能源公交车的占比分析、能效分析进行，如知晓柴油公交车的一般能效水平，进一步掌握柴油公交车数量及一般运营里程情况下的能耗，即可计算柴油公交车的能源需求及各类污染物的排放情况，如公式（1）、（2）所示：

$EY=e \times LY \quad (1)$

$E=EY \times N \times \alpha \quad (2)$

其中，EY 表示柴油公交车每年的柴油消耗量，e 表示柴油公交车一般运营情况下单位距离柴油消耗量，LY 表示公交车一般运营情况下的年行驶里程，E 表示柴油消费量，N 表示公交车保有量，α 表示柴油公交车占公交车比重。下文将分别对城市公交、出租车及私人小型载客汽车数量及能效水平展开分析。

（二）汽车保有量及一般能耗分析

汽车数量增长分析。公交车方面，因公交车属城市公共交通运输体系，相比较地区人口及经济发展，具备一定的超前规划特性，其增长主要受区域城市交通运输规划影响。广东省公交车数量增长较为稳定，2012 年以来保持 3% 左右的增长水平，在广东省常住人口稳定增长及城镇化建设稳步推进的预期下，预测未来公交车数量仍将以 3% 的增速持续增长。

表 1 新能源公交车汽车发展应用预估

公交车	柴油（%）	LNG（%）	气电（%）	油电（%）	LPG（%）	纯电动（%）
2010 年	60	0	0	0	40	0
2020 年	15	50	5	5	5	20

表 2 新能源出租车发展应用预估

出租车	汽油（%）	天然气（%）	LPG（%）	油电混合动力（%）	纯电动（%）
2010 年	80	5	15	0	0
2020 年	20	30	0	30	20

表 3 新能源私人小型汽车发展应用预估

私人小型载客汽车	汽油 (%)	油电混合动力 (%)	纯电动 (%)
2010 年	100	0	0
2020 年	79	20	1

出租车方面，数量增长参考其 2012 年以来的年均增速进行估计，预计中期内出租车数量将保持 2% 左右的增速增长。

私人小型载客汽车主要是居民家庭用载客汽车，其数量增长与居民收入、区域经济发展水平密切相关，考虑到人口增长将在一定程度上影响总量增长，因此，在分析相关经济指标与私人小型载客汽车关系时均统一成人均口径。2006 年以来人均 GDP 增长与人均私人小型载客汽车增长近乎同步。

人均 GDP 与人均私人小型载客汽车数量之间存在较为稳定的关系，介于对数与线性之间。

汽车属于居民家庭耐用消费品，长期人均汽车拥有量将趋于饱和，通过与其它省份如浙江省的对比来看，2014 年浙江省人均私人小型载客汽车已经达到 0.14 辆，并仍然保有快速增长趋势，因此预计广东省私人小型载客汽车也将保持快速增长，即以人均 GDP 对人均小型载客汽车数量进行线性解释在一定时间区间内是可行的。

人均 GDP 的预测基于对区域 GDP 及常住人口增长形势分析进行。区域经济走势受全国宏观经济形势影响，目前全国范围经济增速换挡，进入结构的深入调整期，广东省经济结构显著优于全国水平，相较于全国经济增速的放缓，广东省经济发展仍有企稳的潜力，预计经济增长放缓幅度将小于全国；常住人口方面，基于对广东省常住人口增长规律分析，认为其增长较为稳定，可采用一般趋势分析法预测其增长。

汽车一般能耗分析。公交车、出租车方面，单位距离能耗按照其一般情况分析，结合其一般营运情况分析其年度能耗量。此种方法主要考虑公交车、出租车属于城市公共交通运输系统，其运营存在一定规律性。

私人用车方面，根据居民汽车保有量、居民汽油能源的消费量及汽车一般能效水平估算家用汽车年行驶里程，另参考私人用车相关统计调研，认为私人用车年行驶里程应在 1-2 万公里左右，再结合私人用车一般能效水平估算每辆车每年的能源需求量。

（三）新能源汽车对能源需求及城市环境影响分析

新能源汽车对能源需求影响分析。根据 LEAP 模型的计算结果，分能源品种看，汽油能源需求不断增长，其增长与私人小型载客汽车的快速增长密切相关，可喜的是其增长将明显放缓，预计 2016-2020 年公交车、出租车及私人用车领域对汽油的需求将放缓至中速增长水平；柴油需求下降，受公交车能源消费结构的调整影响，电力、天然气将在一

定程度上替代柴油成为公交车的动力能源；天然气、电力能源需求快速增长，其中，电力能源需求将以近 20% 的增速增长，天然气能源需求也将保持 10% 以上的增长率。

新能源汽车推广应用重点为纯电动汽车，因此其对电力能源需求有显著影响。结合 LEAP 能源模型估算，2020 年公交车、出租车及私人小型载客汽车领域，新能源汽车的应用将消费电力能源 40 亿千瓦时，带动全社会用电量增长，如果再考虑环卫、公务用车等领域，新能源用车对全社会用电量的增长促进作用将更为明显。

新能源汽车对城市环境影响分析。根据 LEAP 模型计算结果，并参考公路交通运输工具燃料排放系数，分析新能源汽车对城市交通运输系统碳排放、氮氧化物（以 NO₂ 计算）及烟尘排放的影响。

在考虑新能源汽车于公交车、出租车及私人小型载客汽车领域的应用情况下，碳排放、氮氧化物及烟尘排放均将由高速增长逐步放缓至中速增长。虽然家用汽车年行驶里程远低于公交车、出租车等公共交通运输工具，但由于其数量庞大，废气排放量不容忽视。在仅考虑公交车、出租车及私人小型载客汽车的情况下，预计私人小型载客汽车碳排放占 50% 以上，并且由于私人汽车保有量仍在高速增长，未来该占比仍将持续扩大，然而在新能源汽车实际应用推广中，私人用车领域较难控制。

结论

综合研究内容与分析结果，由私人载客汽车的不断增长所引起的城市空气环境影响将不断加大，城市空气环境改善的工作压力持续增加；按照目前新能源汽车推广应用相关计划来看，其对城市空气环境的改善将起到一定促进作用，但整体上看，城市空气环境改善仍然任重而道远。

新能源汽车的推广应用既要求生产技术上的改进，也要求能源供应设施的同步建设与完善，我国相对起步较晚的现实情况决定了新能源汽车在我国的推广应用仍然需要时间与相关政策的有力支持。中期内，新能源汽车的应用能够减缓不断膨胀的交通运输给城市带来的环境压力，以新能源汽车影响城市环境的直观改善仍然需要相关技术的发展与政策支持。

参考文献：

1. 张翠霞. 基于 LEAP 模型的电动汽车发展对广州能源环境影响研究 [D]. 华北电力大学, 2012
2. 孙浩然. 日本新能源汽车产业发展分析 [D]. 吉林大学, 2011
3. 刘江鹏. 我国新能源电动汽车节能减排效应及发展路径研究 [D]. 北京理工大学, 2015
4. 周安, 刘景林. 新能源汽车对城市节能减排影响的新探索 [J]. 学术交流, 2012 (7)