太原经验：全球首个出租车完全电动化的城市—

太原电动出租车推广案例分析及对其他城市的建议

2017.8

太原市城市规划设计研究院
清洁空气创新中心
山西省环境规划院

太原电动出租车推广案例分析及对其他城市的建议

2017 年 8 月

编制单位：

太原市城市规划设计研究院

清洁空气创新中心

山西省环境规划院

特别鸣谢：

能源基金会（中国）是本报告的支持机构。

鸣谢：

清华大学

吴烨

能源基金会（中国）

龚慧明 赵立建 尹乐 才婧婧 蔺苑

国家发改委能源研究所可再生能源中心

赵勇强

环保部环境与经济政策研究中心
冯相昭

中国电动车充电技术产业联盟

郑甲兔

能源与交通创新中心

康利平

免责声明：本报告仅代表编制单位的观点，不代表相关支持机构、中国清洁空气联盟及其成员的观点。清洁空气创新中心不保证本报告中所含数据的精确性，并对使用这些数据所产生的任何后果不承担责任。在注明来源的前提下清洁空气创新中心鼓励出于个人和非商业目的对本报告所含信息进行印刷或复制。本报告由清洁空气创新中心（柯灵爱尔（北京）环境技术中心）所有，未经同意，使用者不得出于商业目的销售、传播或制作相关衍生作品。

前言

未来 10 年是中国新能源汽车发展的战略机遇期，中国高度重视电动汽车的发展。在“十二五”规划纲要中，中国把新能源汽车列为战略性新兴产业之一，提出重点发展电动汽车及研发、开展大规模商业化示范工程，推进产业化应用。十三五以来，中国电动汽车迎来新一轮的高速发展，许多地方省市纷纷加入了电动车推广的行列。

山西作为能源大省，以煤为基础的产业结构在转型发展中面临着巨大的挑战。为了应对挑战，山西将新能源汽车作为整体产业转型升级中关键的一环。为此，山西在省级层面制定了相关的政策和规划，在全省范围内推进新能源汽车的发展。

2016 年初，山西的省会城市太原启动了将出租车更换为纯电动汽车的工作，不到一年时间，全市 8292 辆出租车全部更换成了电动车，成为全国首例，也成为全球首个实现纯电动出租车的城市。同时，随着出租车的更换，太原市还规划实施了充电配套设施的全面建设方案。太原城市规划设计研究院作为牵头单位，负责了充电桩的整体规划，并在实施过程中，积累了相关的经验。

在能源基金会的支持下，太原城市规划设计研究院参与了清洁空气联盟框架下的地方清洁空气试点项目，并和清洁空气创新中心（联盟秘书处）以及山西环境规划院合作，对太原推广电动出租车的经验进行分析和评估，并结合对国际经验以及其他城市经验的梳理，编制完成了《太原电动出租车推广案例分析及对其他城市的建议》报告。

随着中国电动车产业的快速发展，越来越多的省市也在经济转型、产业发展、空气质量改善、城市竞争力形象等因素的推动下，尝试推动电动车的发展，尤其是电动出租车与公交车。但是电动车的推广涉及到规划、电力、产业、环保、建设、交通等多个部门的工作，如何能够在这项措施设计时，进行系统的规划协调，将这个过程中多方面的要素进行规划管理，避免后期出现较大的障碍，同时将这项绿色措施的环境效益最大化，也是许多城市关注的重点。因此，本报告在分析总结太原经验，为山西提出建议的同时，还提出了一系列的建议，以帮助更多省市更好的设计实施电动出租车与公交车推广的工作。

《太原电动出租车推广案例分析及对其他城市的建议》项目组

2017 年 8 月

目录

1 引论 1

1.1 综述 1

1.2 电动汽车概念 1

1.3 电动车推广的意义 4

2 基础研究 6

2.1 电动车推广的国际经验概览 6

2.2 中国电动车推广现状 10

3 太原电动车推广经验分析 17

3.1 太原市电动车推广案例简介 17

3.2 太原市电动车推广的案例分析 18

3.3 太原电动车推广相关的政策和规划 24

3.4 太原市电动车推广的环境效益分析 28

3.5 太原市电动车推广的问题 30

4 山西省电动汽车推广现状与建议 32

4.1 山西其他城市推广电动车的现状 32

4.2 山西推动电动车发展的意义及作用 36

4.3 山西推动电动车发展的政策支持 38

4.4 山西推进电动车的重点城市筛选建议 41

5 推广电动出租车和公交车的建议 43

附件：太原电动出租车项目减排量计算过程 55

1 引论

1.1 综述

二十一世纪是“时代呼唤绿色环保”的时代，不但要求人们注重节约能源，更重要的是要求人们更加注重绿色环保，以实现社会的可持续发展。在全球面临气候变化和环境污染的日益严重的背景下，汽车技术正在经历燃料多元化、动力多元化等重大技术变革，因此，具有高效节能、低排放等优势的电动汽车将受到更加广泛的研究及推广运用。此外，随着政府与公众对空气污染的重视程度不断提高，电动车也被当做一项机动车污染减排，改善空气质量的有效措施，得到广泛的关注。

本报告以太原电动出租车推广经验为例，从太原市电动车推广背景、政策支持、相关专项规划、推广进展、环境效益等方面，综合分析有利于电动车推广的重要因素，为山西省及其他地区电动车的推广提出建议，以此支持山西省及其他地区电动汽车的发展，加快推进交通运输的低碳发展，减少污染物排放，改善环境质量，实现生态建设的绿色发展。

1.2 电动汽车概念

电动汽车具有内燃机汽车的性能，且具有电动车辆的基本特征。电动汽车的车载电源一般采用高效充电电池或燃料电池，其驱动电动

机相当于传统内燃机汽车的发动机，蓄电池或燃料电池相当于传统内燃机汽车的油箱。

电动汽车通常被分为纯电动汽车(Electric Vehicle, EV)、插电式混合动力汽车(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)和燃料电池电动汽车(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)三大类，其中，纯电动汽车也称电池电动汽车(Battery Electrical Vehicle, BEV)。

1.2.1 纯电动汽车介绍

纯电动汽车（简称电动车）是指主要以单一蓄电池为动力源，由电动机驱动，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。

纯电动汽车相对燃油汽车而言，主要差别在于四大部件：驱动电机、调速控制器、动力电池和车载充电器。将电能转化为机械能运动，以控制电流大小改变速度的车辆。相对于传统加油站而言，它可以由公共充电或者家庭充电站进行充电。

1.2.2 纯电动汽车的优缺点

- 环境污染小

纯电动汽车使用过程中不会产生废气，与传统汽车相比没有本地近地面大气污染的问题。因为电力来源是多样化的，例如水能、风能、太阳能、潮汐能、核能都可以高效地转化为电能，因此具备减少了绝大部分空气污染的潜力。

- 无噪音，噪声低

这是纯电动汽车最直观的特点。与燃油车相比，纯电动汽车在这方面有绝对的优势。它在行驶运行中基本是宁静的，特别适合在需要降低噪声污染的城市道路行驶。

- 高效率

这是纯电动汽车能源利用方面最显著的特点。在城市中，道路上行驶车辆较多，遇到红绿灯车辆必须不断的停车和启动。对于传统燃油汽车而言，这不仅消耗更多的能源，而且也排出更多汽车尾气。而使用纯电动汽车，减速停车时，可以将车辆的动能通过磁电效应，“再生”地转化为电能并贮存在蓄电池或其他储能器中。不必让电机空转，可以大大提高能源的使用效率，减少空气污染。

- 结构简单，使用维修方便，经久耐用

这是纯电动汽车运行成本方面的最大亮点。与传统燃油汽车相比，纯电动汽车容易操纵、结构简单，运转传动部件相较对少，无需更换机油、油泵、消声装置等，也无需添加冷却水，维修保养工作量少。

- 动力电源使用成本高，续航里程短

目前纯电动汽车尚不如内燃机汽车技术完善，尤其是动力电源（蓄电池）的寿命短，使用成本高。电池的储能量小，一次充电后行驶里程较短。目前无法形成经济规模，购买价格较贵。

1.3 电动车推广的意义

1）落实国务院关于发展战略性新兴产业和加强节能减排工作的决策部署。

在 2011 年 3 月出台的“十二五”规划纲要中，新能源汽车被列为战略性新兴产业之一，纲要提出要重点发展插电式混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车技术，开展插电式混合动力汽车、纯电动汽车研发及大规模商业化示范工程，推进产业化应用。新能源汽车开发利用已被列入我国“十三五”计划的重要行动目标。

为应对日益突出的燃油供求矛盾和环境污染问题，世界主要汽车生产国纷纷加快部署，将发展新能源汽车作为国家战略，加快推进技术研发和产业化，同时大力发展和推广应用汽车节能技术。节能与新能源汽车已成为国际汽车产业的发展方向，未来 10 年将迎来全球汽车产业转型升级的重要战略机遇期。目前我国汽车产销规模已居世界首位，预计在未来一段时期仍将持续增长，必须抓住机遇、抓紧部署，加快培育和发展节能与新能源汽车产业，促进汽车产业优化升级，实现由汽车工业大国向汽车工业强国转变。

2）深入贯彻落实国家《大气污染防治行动计划》，努力实现大气污染防治目标，有效缓解能源和环境压力。

随着经济的飞速发展，我国在成为世界生产大国的同时，不断增加的能源消耗和环境污染也身居世界前列。其中汽车消耗的能源占有

一定的比重，汽车尾气带来的城市与人口密集区污染也是一个难以解决的问题，如果继续采用传统的内燃机技术发展汽车工业将会给我国乃至世界的能源与环境造成巨大的压力。

电动汽车战略已经成为我国新兴战略产业发展的决策。随着清洁能源的发展，可再生发电比例不断提高，煤电占比的逐年减少，以及电动车能效的不断提升，可以有效解决电动汽车在发电端间接碳排放与空气污染物排放方面的问题。

3）推动汽车产业可持续发展，加快汽车产业转型升级、培育新的经济增长点和国际竞争优势的战略举措。

面对车用能源日趋紧张的局面，迫使汽车制造业开始加大对汽车新能源的研究和开发力度。由于电动能源具有突出的优势，使得电动汽车的开发和研究成为各国开发新能源汽车的主流。虽然电动汽车在刚开始投入时价格高行程短技术不成熟，在大批量生产前经济效益很低，但是随着技术的发展和人们环保意识的深入，以电动汽车为代表的先进技术汽车以其良好的性能必将成为国际汽车工业发展的潮流。

新能源汽车快速发展，能带动整个汽车产业技术升级，也是实施国家能源发展战略，建设资源节约型、环境友好型社会的重要举措之一。在当前我国汽车产业结构调整振兴的关键时期，面对金融危机和国际市场普遍萧条的影响，新能源汽车产业的发展不仅有助于中国汽车产业加强自主创新，形成新的竞争优势，而且其潜在的巨大市场对于形成以拉动内需为主导的经济发展模式也起到了举足轻重的作用。

2 基础研究

2.1 电动车推广的国际经验概览

在美国、日本、欧洲等发达国家，由于新技术发展的推动和政府对汽车排放要求越来越严格，各大汽车公司投入了大量的人力、物力和财力用于电动汽车的开发，不断推出自己的新产品。为了促进电动汽车的发展，有关国家分别制定了一系列政策，如对电动汽车购买者的优惠政策、对燃油汽车使用者的限制政策、还有对科研经费的投入和优惠政策等，这些政策都对电动汽车的发展有很大的促进作用。

2.1.1 美国

美国发展新能源汽车的做法主要集中在以下三方面：

（1）法律法规建设与完善。已经形成了一套完整的法律体系，先后出台《能源政策法案》、《清洁空气修正法案》等严格汽车行业指标，鼓励新能源汽车生产；出台《替代机动车燃料法案》等给予消费者税收优惠并赋予法律效力，刺激新能源汽车消费。

（2）专项资金促进新技术研发。2009 年，美国联邦政府斥资 140 亿美元刺激经济、拯救汽车业，其中就有部分用于支持动力电池、关键零部件的研发和生产。美国还设立了总量为 250 亿美元的基金用于以低息贷款的方式支持厂商对节能和新能源汽车的研发和生产。

（3）税收优惠政策补贴消费者。2002 年，美国出台《能源政策

法》，将纯电动汽车按总重量划分为 4 档，消费者购买总重低于 8500 磅的纯电动汽车可减税 3500 美元。此外，美国政府投入 4 亿美元支持充电站等基础设施建设。

出于成本和技术可行性的考虑，美国政府逐渐将重心从清洁能源和燃料电池汽车转向充电式混合动力汽车和纯电动汽车。美国政府的新能源政策，进一步明确了研发汽车新产品的方向和目标。2012 年，美国联邦政府购车中一半是充电式混合动力汽车或纯电动汽车。

2.1.2 日本

日本作为最早开始发展电动汽车的国家之一，政府特别重视电动汽车的研究和开发，很早就对电动汽车的发展做出了具体的布置和计划。日本政府对购买环保车的消费者给予补贴，从日本政府对环保车的优惠政策来看，可以享受优惠政策的车型已经超过 160 种，占现在所有销售车型的 80%以上。

随着日本新能源汽车的需求量在逐年增加，日本政府逐渐加大对其的资金支持和技术投入以保持优势地位。《日本新一代汽车战略 2010》中明确指出，要在继续提高车辆稳定系统、降低传统汽车总能耗、进一步减少二氧化碳的排放的基础上，发展节能、高效的新能源汽车，继续保持电池技术的领先地位。还提出了对新一代汽车系统的发展规划，具体表现在汽车价值链、汽车与电力/信息网络的连接以及建立新型城市等方面。

2.1.3 欧盟

欧盟历来重视节能和减排。欧盟委员会于 2007 年公布了“新欧洲能源政策”，其目标是 2020 年将温室效应气体排放降低 20%，将可再生能源的比例提高到 20%，同时将今后 5 年欧盟能源领域的研究开发预算提高 50%。除欧盟委员会外，欧盟各国政府也根据本国情况制定了大量政策和措施，推动电动汽车的开发和消费。继挪威、荷兰、德国分别计划在 2025 年和 2030 年停售燃油车后，法国也宣布，将在 2040 年前彻底禁售燃油车。

欧盟要求自 2019 年起，欧盟成员国内的新建住房或者新装修住房都需要配置一个电动汽车充电设施。此外，计划草案还规定：所有的新建建筑，包括公寓楼房均需配置停车位，而且停车位的 10%需要配置充电设施。欧盟计划通过这种“必配充电器”方案在全欧洲范围内打造稳固的充电基础设施，支持欧洲民众购买或者使用电动汽车，并消除使用者的里程忧虑。

2.1.4 德国

早在 1994 年，德国技术研究部就对电动汽车开发补助了 1.5 亿马克。2016 年 5 月起，购买纯电动汽车的个人或企业、机构将可在政府网站上申请 4000 欧元补贴，油电混合动力汽车买主则可获得 3000 欧元的补贴。此外，该政策还将特别惠及从 2016 年 1 月起已购买纯电动车的车主，他们将享受长达十年的免收车辆税待遇。电动车取得应用的突破口在于广泛覆盖的充电基础设施，如加油站、主要交通节

点的停车场、购物及体育中心、“汽车共享站”、火车站、机场和会展中心等。依托物联网技术，宝马公司的 DriveNow 和主打奔驰 Smart 汽车的 car2go 均可使顾客在德国各大城市便捷地完成电动汽车的租借、充电、使用和归还——其用户体验犹如中国大城市常见的公共自行车，随借随还。

2.1.5 法国

法国电力供应充沛并且多用核能和水力发电，发电源清洁，电价较低。法国政府在政策上支持鼓励开发电动汽车和充分利用电力资源，并为电动汽车的发展提供资助。目前，法国已有 10 余个城市运行电动汽车，且具有比较完善的充电站等服务设施，政府机关则带头使用电动汽车。法国政府为了推广电动汽车的使用，还采取了“企业购买电动汽车的第一年可以免税”的政策。同时，电动汽车生产厂家每生产一辆电动汽车，法国电力公司将提供 1 万法郎的补助，以扩大电力的使用范围。法国电动汽车的普及程度和保有量都位居世界前列。

2.1.6 英国

英国是当今世界拥有较先进的电动汽车生产技术和电动汽车使用最广泛的国家，该国使用电动汽车的历史已有 50 年之久。英国政府投资 2000 多万英镑用于支持电动汽车的开发，实行多项电动汽车使用优惠政策，例如免收牌照税、养路费，夜间充电只收 50%的电费等。

2.2 中国电动车推广现状

为鼓励我国电动汽车等行业发展，国家在技术研发、示范推广、产业配套以及私人购买等领域给予了强有力的支持，国家政府以及许多省市政府都为推动电动汽车行业的发展出台了一系列的政策。

2.2.1 国家层面的政策支持

为推动新能源车产业的发展，我国从 1991 年已开始新能源汽车技术的政策支持。早期，新能源汽车产业支持政策以研发支持为主。1991 年“八五”计划指出，所有行业要降低能源资源消耗，在汽车制造业上要加快轿车及其零部件产业发展，加大在新能源技术上的研究。1996 年“九五”计划指出，要建立属于我国自主的汽车技术研发体系，加快在新能源领域的突破。2001 年“十五”电动汽车重大专项规划中，建立“三纵三横”的研发格局。2007 年国家发改委发布《新能源汽车生产准入管理规则》，准予企业生产新能源汽车产品，标志着我国新能源汽车正式从研究领域迈进生产领域。

从 2001 年始，新能源汽车的发展就被列入国家“十五”期间的“863 重大科技课题”。2006 年《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006－2020 年）》分别将“低能耗与新能源汽车”和“氢燃料电池技术”列入优先主题和前沿技术。2007 年发布实施《新能源汽车生产准入管理规则》，将电动汽车正式纳入国家汽车新产品公告管理；2008 年北京奥运会应用了 500 多辆自主研发的电动汽车，发挥了大规模的示范作用。

2009 年 2 月，科技部、财政部、发改委和工信部联合召开节能和新能源汽车示范推广试点工作会议，共同启动“十城千辆”工程，计划用 3 年左右时间，每年发展 10 个城市，每个城市推出 1000 辆新能源汽车开展示范运行，涉及公交、出租、公务、市政、邮政等领域。

2009 年 3 月，国家出台《汽车产业调整和振兴规划》，要求电动车到 2011 年要形成 50 万辆产能的近期目标，电动车成为新能源汽车发展的主流产品。

2010 年 6 月，财政部、科技部、工信部和发改委联合出台《关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知》，对上海、长春、深圳、杭州、合肥五城市私人购买插电式混合动力乘用车和纯电动乘用车给予一次性补贴，最高补贴金额分别达到 5 万元和 6 万元。

在 2011 年 3 月出台的“十二五”规划纲要中，中国把新能源汽车列为战略性新兴产业之一，提出要重点发展插电式混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车技术，开展插电式混合动力汽车、纯电动汽车研发及大规模商业化示范工程，推进产业化应用。

2012 年 7 月，国务院印发了《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020 年)》，提出到 2020 年，纯电动汽车和插电式混合动力汽车生产能力达 200 万辆、累计产销量超过 500 万辆。

2014 年 7 月 31 日，国家发改委网站发出《关于电动汽车用电价格政策有关问题的通知》，明确对电动汽车充换电设施实行扶持性价格。

2015 年国务院办公厅下发了《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》，要求各地区各部门认真贯彻国务院决策部署，积极推动电动汽车充电基础设施建设。并提出各地要将充电基础设施专项规划有关内容纳入城乡规划，完善独立占地的充电基础设施布局。

2.2.2 国内部分城市经验

1）北京

为深入贯彻落实《北京市 2013-2017 年清洁空气行动计划》，切实做好电动汽车推广应用工作，努力实现大气污染防治目标，北京市制定了《北京市电动汽车推广应用行动计划(2014-2017 年)》。

以公交电动化为突破口，聚焦主要线路和重点区域，大力推进公交电动化。加大市区出租车采用电动汽车力度。开展电动汽车分时租赁示范运行。在邮政快递、电子商务末端物流等领域推广应用电动物流车。推进环卫车电动化进程。推动公务用车率先采用电动汽车。

加大公共领域充换电站建设力度。在公交领域，建设大型充换电站 3 座；对直充式电驱动公交车、增程式公交车分别按照不低于 2:1、10:1 的车桩比建设快速充电桩。在出租领域，对市区电动出租车按照不低于 3:1 的车桩比建设快速充电桩；对区域电动出租车分别按照不低于 1:1、5:1 的车桩比建设交流充电桩、快速充电桩；同时在出租企业建设慢充桩。

全面建成较为完善的公用充电服务网络。在社会公共停车场、交

通枢纽停车场(含 P+R)、大型商超停车场、高速公路服务区、电动汽车专业销售(4S)店、具备条件的加油站等建设 10000 个快速充电桩。

2）杭州

作为电动汽车发展试点城市之一，杭州的示范推广工作一直走在全国前列。从公务机关电动汽车示范应用到各个电动专车企业逐步扩大规模，电动专车出行、分时租赁，“互联网+出行”已成为杭州电动汽车推广的“加速器”。

政府为支持电动汽车产业，以结构优化助推绿色发展，加快了动力电池的研发，扩大了城市公交、出租车、环卫等领域电动汽车的应用比例，持续完善财务补贴等扶持政策。截至 2016 年 9 月份，杭州共推广电动汽车约 3 万辆，西湖四周的公交车都换成了清一色纯电动汽车。与此同时，杭州供电公司加快充换电设施“互联网+”支撑体系和互联网平台建设，电动汽车车主可随时随地通过手机 APP 或登录网站查询充电设施位充电预约、统一支付等增值服务功能。

3）深圳

深圳市人民政府在 2015 年 1 月下发了《关于印发深圳市新能源汽车推广应用若干政策措施的通知》，在全市推广新能源汽车。统计数据显示，截至 2016 年 6 月 30 日，深圳已经推广新能源汽车近 5 万辆，仅次于北京(约 6.2 万辆)、上海(约 5.7 万辆)两地，排名第三。其中新能源公交车 6634 辆，纯电动出租车 4265 辆，纯电动通行包车 1115 辆，纯电动物流车 9067 辆，新能源租赁车 7893 辆，电动私家车

20574 辆，私家车占比 42%。经过几年发展，深圳已经成为我国新能源汽车应用规模最大的城市之一。

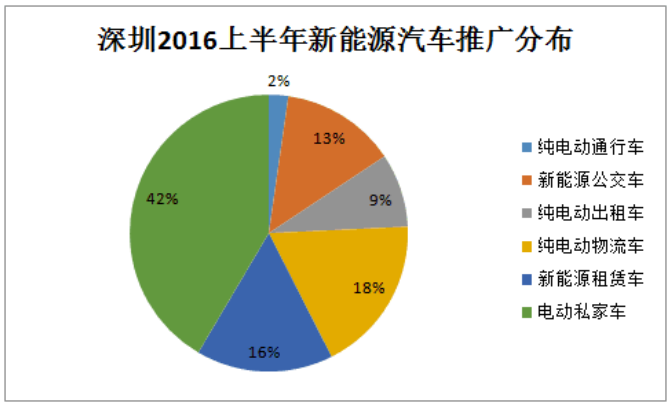

图 2.1 2016 深圳新能源汽车推广

4）汕头

汕头市重点推进新能源汽车在公交、出租、公务、物流、环卫、邮政等公共服务领域的规模化、商业化应用——力争到 2020 年，汕头市电动汽车推广应用保有量计划达到 5000 辆；并从 2016 年 7 月起，全市更换或新增公交车、出租车全部选用新能源车。更换或新增环卫、市内物流配送车辆全部选用纯电动汽车；更换或新增党政机关和公共机构配备车辆选用纯电动汽车占比不低于 90%。

2.2.3 国内电动车推广存在的问题

虽然电动汽车呈现良好的发展态势，但仍存在一定的问题：

- 技术瓶颈有待突破

电池一直是制约纯电动汽车发展的关键问题之一，电池的成本、性能、行驶距离等，这些难题都需要进一步研发解决。应深化技术创

新联盟、产学研合作、联合开发等合作形式的内涵，建立电动汽车开放式协同创新机制。

- 地方推广政策和规定有待完善

目前各地市对电动车的推广计划、购买补贴政策、充电价格优惠政策、充电设施建设管理细则、居住公共服务设施配建充电设施指标等相关政策和规定在国家大政策法规的指导下尚处于起步阶段，各地还不够明确和完善。

- 发展电动车的配套设施不够完善，大规模基础配套设施需要全面统筹和巨额投资。

城市现有供电管网老旧，变电站不能满足出线和供电负荷需求，有待规划电动车供电专线。面对旧小区的改造，建设充电桩有很大难度，小区太旧不具备安装充电桩的条件。而对于新小区进行新能源汽车配套设计充电桩也有一定的难度，需要协调房产商等相关领域。充电基础设施建设的重要程度在电动汽车发展众多影响因素中较为重要，超过了购买价格因素，仅次于排名第 1 的电池技术提高因素。充电设施的基础性、关键性作用各方已达成共识。中国亟待在试点基础上加大研究和创新力度，探索一条适合中国国情的充电基础设施发展道路。

- 我国目前主流的电源结构与节能相悖离。

中国电源结构以火电为主，2015 年，全国非化石能源发电量占比 27%。电动汽车所用的能源大部分来自煤炭燃烧发电，在发电过程中，会排放污染，同时也产生温室气体排放。因此，如果电力清洁化程度不高，推广电动车可以有效的降低本地排放，改善灰霾污染，但整体的减排效果会比较有限。为了能够更好的实现电动车的清洁化，将来在发电端应尽可能地使用可再生能源发电，利用水能、风能、地热等可再生能源等，从源头上进一步实现电动车的节能减排。

3 太原电动车推广经验分析

3.1 太原市电动车推广案例简介

为推进节能减排，促进大气污染治理，完成国家新能源汽车推广应用示范城市工作任务，太原市政府于 2014 年 9 月出台《太原市新能源汽车推广应用实施方案》，以指导全市范围内电动车的推广。

实施方案提出：至 2015 年，通过新能源汽车示范运营，在全市推广应用新能源汽车 5000 辆，形成新能源汽车应用服务示范体系。其中：城市公交、出租、公务、环卫、物流、旅游等公共领域推广应用 4000 辆；私人乘用车市场推广应用 1000 辆。

2015 年，太原市人民政府与比亚迪汽车工业有限公司签订了投资框架协议，协议中提出将太原市现有 8292 辆出租车更换为电动出租车，作为太原市新能源汽车示范推广项目，迈出太原市新能源建设的第一步。2016 年 2 月，第一批电动出租车更换工作正式启动，至 2016 年 9 月，全市 8292 辆出租车全部更换为电动车。

目前，太原市新建新能源汽车产业项目 6 个，包括比亚迪、远航、华夏动力、宇航、山西电机厂、奥特新能源。2016 年上半年，太原市生产新能源汽车 229 辆，推广纯电动汽车 7389 辆。

随着出租车的全面置换，电动车在太原市打开了新的市场，电动汽车租赁、电动公交车等陆续在太原市涌现出来。

3.2 太原市电动车推广的案例分析

从 2016 年年初正式启动，在不到一年时间内，太原市就将全市出租车全部更换成了纯电动汽车，华丽转身成为全国乃至全球首个出租车纯电动化的城市，并在电动车推广的道路上摸索出了自己的经验。

2013 年和 2014 年，太原先后被列入全国“新能源汽车示范城市”、“新能源汽车试点城市”。按照省委、省政府加快推进新能源汽车产业发展的战略布局及太原市 2016 年工业重点工作任务要求，在新能源汽车推广应用方面，太原市政府在政策上主要采取如下工作措施：市长牵头，成立了太原市新能源汽车推广应用工作领导组；

- 出台了太原市新能源汽车推广应用实施方案，明确了领导组办公室和各部门的职责，并对新能源汽车推广任务及指标进行了分解；
- 广泛宣传和全部贯彻落实国家和省对新能源汽车推广应用的各项法规、政策，积极帮助企业申报补助；
- 通过多次政府会议就推进新能源汽车推广应用进行工作安排，形成合力；通过招商引资，引进国内大型投资商的产业化入并。

此外，太原市还采取了一些措施来促进电动车推广，主要有以下几点：

1）积极引导，解除出租车经营户顾虑

太原市政府出台出租车更换补贴政策，市场价为 30.98 万元的纯电动出租车，经国家、省、市各级补贴后，只需支付 8.9 万元，解除了出租车经营户费用顾虑；建设覆盖全市的充电网络、手机 APP 服务平台，满足了出租车日常充电需求。

2）加强统筹，成立专项工作协调小组，形成建设充电桩合力

太原市委市政府坚定推进电动车产业发展，成立专项工作推进领导组，定期召开协调会，及时解决疑难问题，有关职能部门和企业团结协作，太原龙投公司及早开展工作，确保了 2000 多个充电桩顺利建成并投运。

3）政策与规划并举，形成覆盖全市主要地区的充电基础设施网络

从目前太原市电动车推广的实施效果来看，充电基础设施的先行先试无疑是电动车推广得以顺利进行的有力保障。

在电动车更换前期，规划管理部门及设计单位对出租车落客、人流集散的区域进行了分析，划定充电桩的合理分布区域并对现场进行踏勘。结合国家相关规定及其他城市先进经验，因地制宜的确定太原市充电桩设置比例为 1:4。综合以上，确定了太原市电动车推广前期需 5000 余个充电桩，结合现有停车场设置，分布于太原市的中环桥下、车站、市级文化活动场馆等场所。

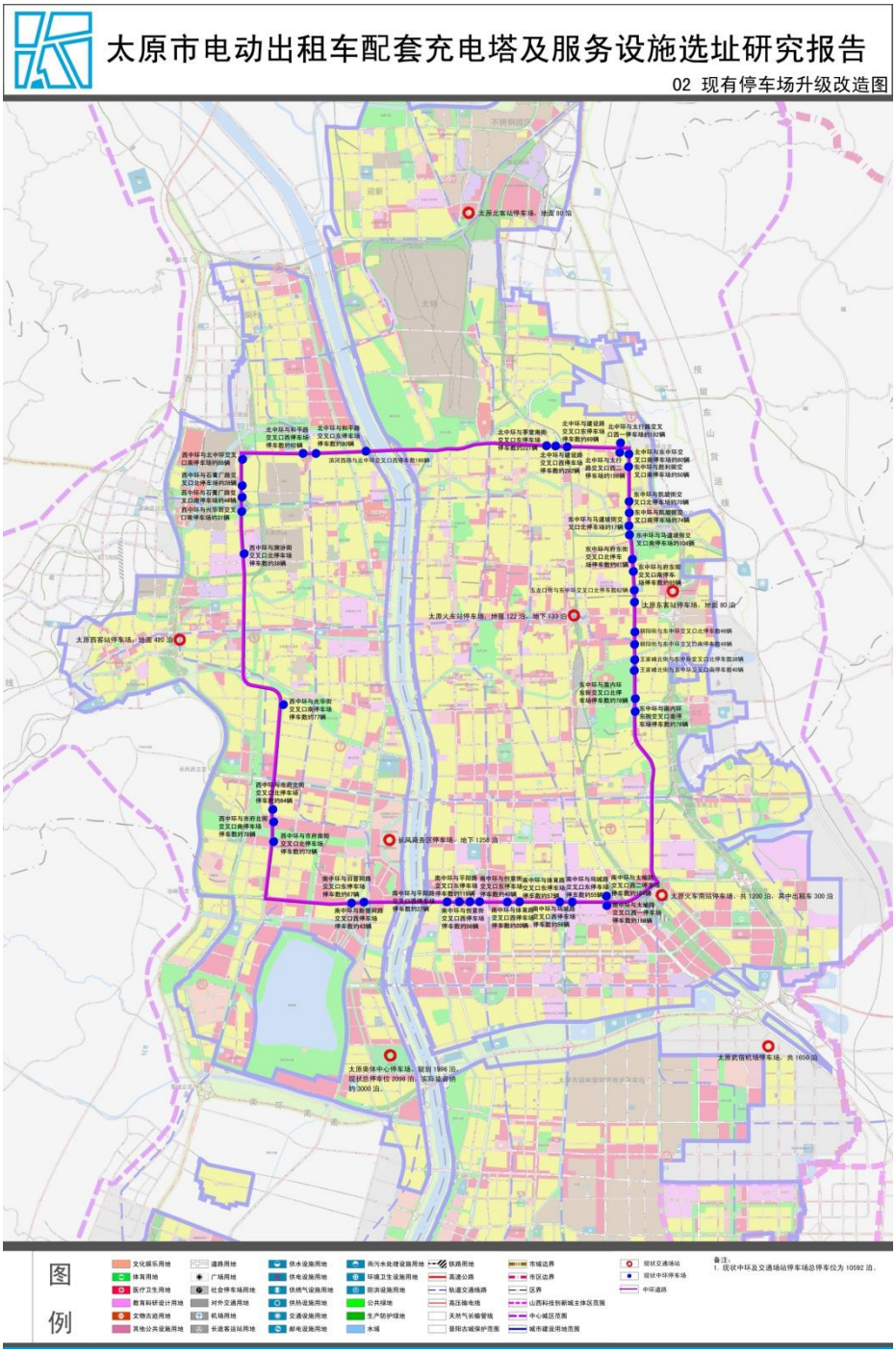

图 3.1 太原市出租车充电塔选址

截止 2016 年 12 月，太原市投入运营的公共充电桩近 2000 个，而来自太原供电部门的数据显示，仍有 2000 多个充电桩提出申请，正等待安装。充电桩建设的适当超前，做足余量，为电动汽车的推广

创造有力环境。

图 3.2 太原市部分公共充电站

除充电桩之外，太原还新建了充电站，其投资模式主要分为三种：政府投资、企业投资及个人投资。其中，企业投资占较大比重。政府鼓励企业及个人投资，有利于充电站的推广，进而推进电动车的普及。

除充电桩、充电站之外，充电塔是充电基础设施的一种主要形式，具有其自身的优势。太原市在积极发展桩和站之外，也积极探索充电塔的审批建设程序。

首先，是对充电塔用地性质的划定。电动出租车充电塔用地不仅可以为电动出租车进行充电服务，随着新能源的汽车的推广应用，还可以为社会车辆进行充电服务，远期还可进行扩容提质，增加电动公交车充电设施，形成完善的城市公用充电服务体系，符合太原市政府主导实施建设布局的城市公用充电服务网络。

根据国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011），充电塔地块的规划用地性质可属于其他公用设施用地（U9：

除供应设施、环境设施、安全设施以外的公用设施用地）。

电动出租车充电塔不但具有为出租车充电的功能，闲时还可作为公共停车场（库）。根据国家标准《城市用地分类与规划建设用地标准》（GB50137-2011），充电塔用地性质也可属于交通场站用地（S4：交通服务设施等用地）。

其次，对建设项目的场地及功能布局提出了基本要求。建设项目可分为营运管理、充电、临时停车、生活和供配电设施五个区域。建设规模初步确定每处用地面积不少于 3500m^2，地块形状以方形或长方形为宜，且短边不小于 50 米。选址区域要求交通可达性较好，周边电力供应设施相对完善。

根据以上条件，规划设计单位对太原市中心城区范围内进行充电塔用地选址，前期选址 18 个，并对 18 个点进行逐一比选，选取最佳方案。

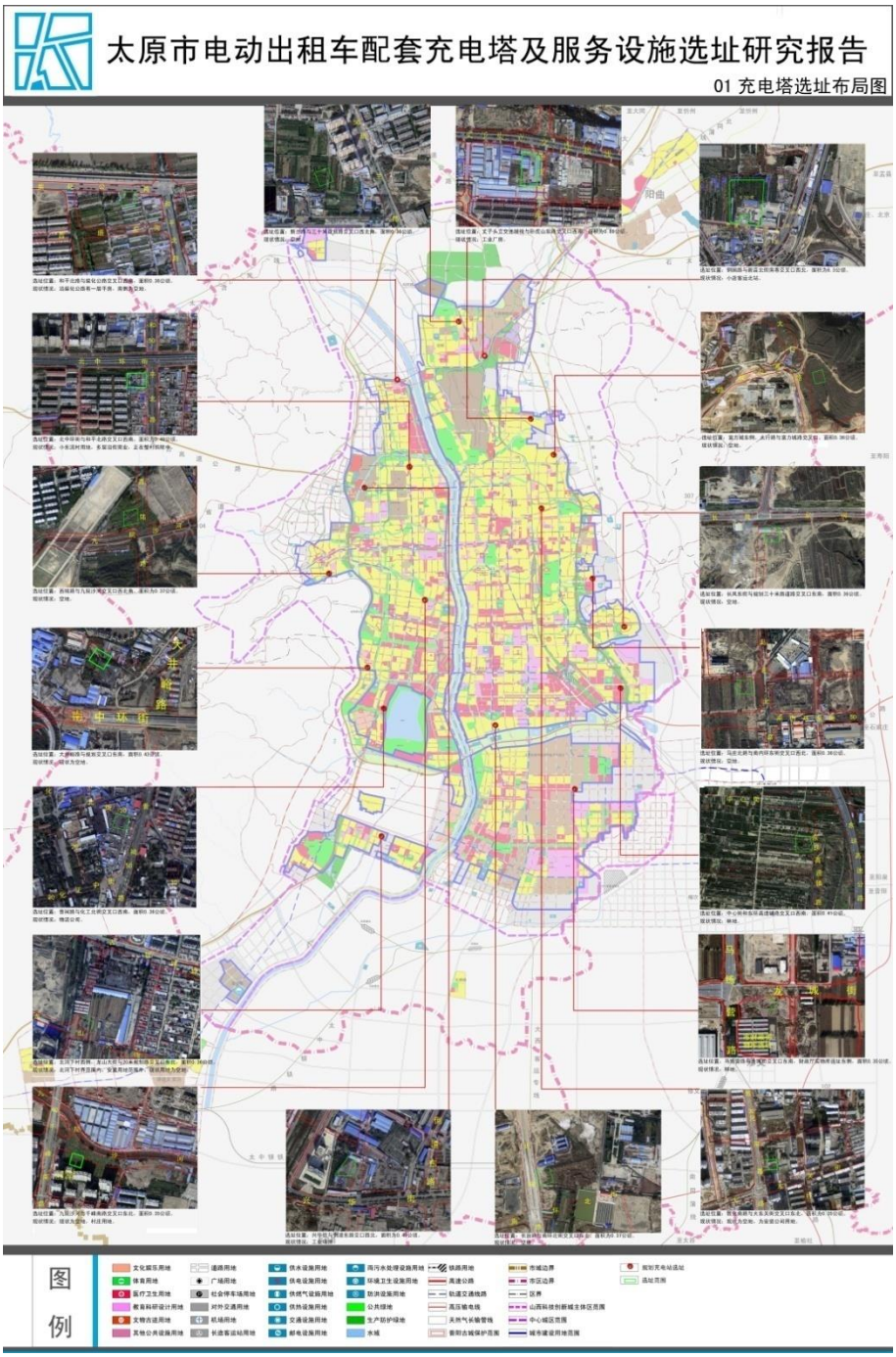

图 3.3 太原充电塔详细选址

太原市规划部门对其中四处已核发选址意见书，并对每一处充电塔的场地规模、用地指标等进行了详细规定，与选址意见书一并核发，从规划上对其进行具体的量化，保证充电塔设置的合理性。（详见示

例图）

图 3.4 选址示例图

4）认真履责，配合做好充电桩送电工作

供电公司开辟绿色通道，缩短报装流程，多管齐下，规划、供电、设计等专业并行，报装、施工、验收等流程并进，系统分析现行用电需求与未来负荷增长，牢牢把控供电“质”与“量”，做到“安全可靠、科学合理、超前布局、严密高效”。

3.3 太原电动车推广相关的政策和规划

3.3.1 太原市电动车推广的相关规划

为更加科学合理的在全市范围内推广电动车，太原市针对性的编

制了相关规划，主要有：

- 《太原市电动公交车试点应用项目实施方案》（2014）

由太原市供电公司编制的《实施方案》提出："将在主要交通节点建设 11 座乘用车交换电站和 1750 台充电桩，为新能源出租车、公交车和其他新能源车辆提供服务。"

- 《太原市电动汽车产业基地发展规划（2015-2020）》（2015）

《发展规划》要求："到 2020 年，太原市力争形成 1 家客车、1 家电动汽车整车企业和 5-8 家关键零部件企业，电动汽车产量达到 2 万辆，产值达到 500 亿元，具备电动汽车核心零部件自主研发和产业化能力，建设充换电站 20 座，充电桩 3000 个，电动汽车产业基地基本建成。"

- 《太原市新能源汽车推广应用实施方案》（2015）

《实施方案》工作目标："通过新能源汽车示范运营，在全市推广应用新能源汽车 5000 辆，形成新能源汽车应用服务示范体系。其中：城市公交、出租、公务、环卫、物流、旅游等公共领域推广应用 4000 辆；私人乘用车市场推广应用 1000 辆。采用市场化运作方式，大力推进纯电动汽车充换电站、纯电动汽车充电桩及维修服务网点等新能源汽车配套基础设施建设。"

- 《新能源汽车充电设施发展规划》（2016）

此外，2016 年，还完成了太原市 6 处充电塔的选址规划，其中 4

处已由规划部门核发选址意见书，2 处已具备开工条件。

3.3.2 太原市进一步推广电动车的方案及相关优惠政策

在完成全市出租车更换之后，太原市电动汽车推广的重点将继续全面落实国家新能源汽车产业推广应用的有关政策、山西省人民政府办公厅《关于加快推进电动汽车产业发展和推广应用的实施意见》和山西省财政厅、山西省经济和信息化委员会《关于印发<新能源汽车营销补助资金管理办法>的通知》，通过加大对电动车产业招商引资力度，积极宣传太原市区位优势、财税政策优势、市场优势。在吸收出租车更换和充电设施建设经验的基础上，逐步更换太原市公交客车，进而拓展太原市电动客车、电动物流车的销售市场。按照国家《加快电动车充电基础设施建设指导意见》，省政府办公厅《关于加快推进电动汽车产业发展和推广应用的实施意见》要求，进一步落实新能源汽车充电基础设施在太原市科学合理布局规划，争取国家对充电基础设施的各项优惠条件，借鉴其他城市的先进经验，切实保障太原市充电基础设施快速有序发展，满足太原市电动汽车快速发展的需要。

太原市计划 2016 年推广应用电动汽车 9300 辆，主要以纯电动出租车更换为主，此外，还将推广应用电动公交车 200 辆、私家车 700 辆。

同时，进一步完善并施行新能源出租车运营、纯电动汽车充换电价格、充电设施用地、纯电动车停泊、金融扶持等方面的优惠政策，具体如下：

- 制定纯电动汽车充换电价格优惠政策。

对向电网经营企业直接报装接电的经营性集中式充换电设施，其用电执行大工业用电价格。其他充电设施按其所在场所执行分类目录电价。即居民家庭住宅、居民住宅小区、执行居民电价的非居民用户中设置的充电设施，用电执行居民用电价格中的合表用户电价；党政机关、企事业单位和社会公共停车场中设置的充电设施，用电执行“一般工商业及其他”类用电价格。充换电服务费实行政府指导价管理，遵循“有倾斜、有优惠”的原则，确保增强电动汽车在终端市场的竞争力。

- 完善充电设施用地政策。

鼓励在现有停车场（位）等现有建设用地上设立他项权利建设充电设施。在符合规划的前提下，利用现有建设用地新建充电站的，可采用协议方式办理相关用地手续。政府供应独立新建的充电站用地，其用途按城市规划确定的用途管理，应采取招标拍卖挂牌出让方式或租赁方式供应土地。对于公共交通领域充换电基础设施及配套电动车公交场站建设项目用地可通过财政补贴、无偿划拨等方式降低建设运营成本。

太原市还将选择 20 个示范社区，规划专用停车位、建设充电基础设施。

- 金融扶持政策。

鼓励银行业金融机构基于商业可持续原则，建立适应新能源汽车行业特点的信贷管理和贷款评审制度，创新金融产品，满足新能源汽车生产、经营、消费等各环节的融资需求。支持符合条件的企业通过股权融资、发行债券等方式，拓宽企业融资渠道。鼓励汽车金融公司发行金融债券，开展信贷资产证券化，增加其支持个人购买新能源汽车的资金来源。

- 加大电动公交车推广力度。

计划从 2016 年到 2018 年，太原将每年更新纯电动公交车 1000 辆，三年累计将达到 3000 辆。

3.4 太原市电动车推广的环境效益分析

大气颗粒物源解析表明，化石能源车辆尾气排放对大气污染的影响占到了相当大的比重，且污染源分散，治理难度大。根据 2017 年中国机动车环境管理年报披露的数据，2016 年,全国机动车保有量达到 2.95 亿辆，排放污染物初步核算为 4472.5 万吨。其中一氧化碳(CO)3419.3 万吨，碳氢化合物(HC)422.0 万吨，氮氧化物(NOx)577.8 万吨，颗粒物(PM)53.4 万吨。相比之下，一辆性能较好的电动汽车在本地污染物排放方面比消耗化石能源的普通汽车有显而易见的环保优势和对城市密集区的人口带来较大的健康效益。

太原市的大气污染源解析结果表明，太原市的 $PM_{2.5}$ 污染中机动车尾气占比达 16%，因此推广使用电动车，可以有效减少汽车在使用

过程中的污染排放。如果仅从使用过程的排放来考虑，太原市 8292 辆出租车全部更换为电动车后，初步测算，每年预计减少本地的排放如下：

表 3.1 太原市电动出租车项目每年本地污染物减排量

污染物	SO_2	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO	HC
排放量（吨）	9	807	7	8	3886	850

计算过程详见附件。由于不同区域的扩散条件不一样，电动车的使用可以将容易聚集污染，形成灰霾的城市区域排放的污染物由人口稠密区转移到容易扩散的发电站一侧，由于是集中排放，更便于控制和治理。客观上，减少了城市灰霾的集聚。未来随着电力清洁化的深入，在发电端也会产生更少的排放，最终实现电动汽车的全面清洁化。

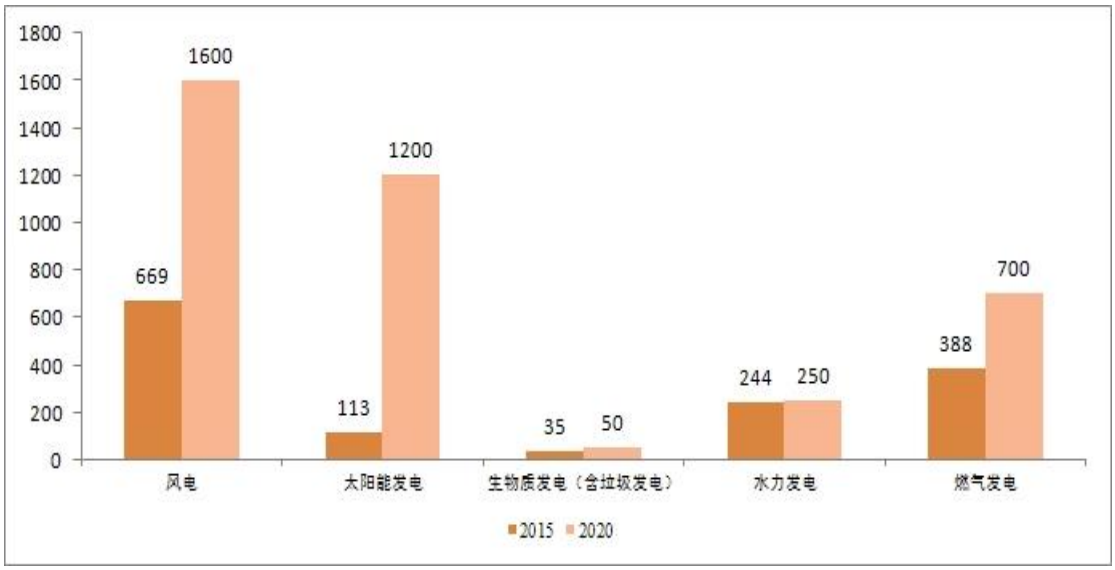

图 3.5 山西省 2020 年新能源发展目标（单位：万千瓦）

根据山西省新能源发展目标，未来太阳能发电和风电都会有较大幅度的发展，电力清洁化是一个重要的发展方向。同时，除了电网可

再生能源发电量占比外，电动车能效的提高对于温室气体的减排意义重大，着眼未来，随着技术进步，这些作用将更加强化。

3.5 太原市电动车推广的问题

太原市在电动车的推广中，仍存在一些问题。

- 电动公交车推广相对滞后

目前全市有公交车 2650 余辆，据悉，以一辆日行驶 200 公里的柴油公交车计算，相对于传统柴油车，纯电动公交车每日减排效果非常显著。此外，电动车具有的燃油车的比较优势，公交车尤为明显。然而，太原电动公交车的推广较出租车而言，相对滞后。虽然已有部分电动公交车，但目前都处于闲置状态，早在 2015 年 2 月已建成的迎西电动公交车充换电站至今无法投入运行。

未来太原市电动车推广的重点将放在公交电动车以及环卫车辆的更换上。

- 冬季充电面临考验

纯电动车主要是依靠电能作为单一动力，市场上电动汽车动力电池以三元锂、磷酸铁锂材料为主，受电池材料及气温影响，低温下，电池活性降低，从而影响电池的正常充放电，尤其是在冬季，电池的续航能力受到较大影响。下降范围一般在 10%-20%，相当于 15 公里-30 公里左右。太原作为典型的北方城市，冬季气温偏低，平均气温在零下 15 度左右。目前太原市电动车充电主要依赖室外充电桩，低

温将使充电时间延长，并且续航里程降低，影响车主使用。这也是目前电动车在北方城市推广进展较慢的原因之一。

- 充电基础设施设置未能实现多样化、均衡化

由于太原市出租车更换存在时间短、数量大的情况，因此，充电基础设施的设置同样也采用了短平快的模式。以政府为主导，在太原市环路高架桥下、人流聚集地、大型公共服务场所等的停车场内设置充电桩，覆盖的方式以点和线为主，未能以面的形式展开，覆盖面积有限。目前已建成的电动车充电桩周边也缺乏必要的配套设施，如公厕、餐饮等，在寒冷的冬季，充电桩周边也并未设置为车主提供取暖及休息的场所。

而配套设施较为完善的充电站、充电塔，则由于土地等问题制约，造成建设滞后，短期内无法与充电桩相结合，形成多样化、覆盖面广的电动车充电体系。

- 用电负荷压力大

截止 2016 年，太原市已完成约 2000 余个充电桩的建设，预计到 2016 年底，太原市充电桩数量将达到 5000 个左右，届时预计全年用电量将达 2 亿千瓦时。然而在太原市电网负荷中，该部分用电量并未被计算在内，这就给太原市供电网络增加了新的难题。充电桩及充电站、充电塔的配电网改造工程项目在规划和建设当中，存在变电站选址及电源通道资源难以落地，供电线路路径涉及的电缆管沟未贯通等问题，严重影响充电桩的按时供电。

4 山西省电动汽车推广现状与建议

4.1 山西其他城市推广电动车的现状

2016 年 7 月，山西省经信委发布了贯彻落实《中国制造 2025 山西行动纲要》工作方案，将电动汽车发展重点布局在太原、晋中、晋城、长治、运城及大同基地。

同年,《山西省电动汽车充电基础设施专项规划(2016—2020 年)》（以下简称《规划》）出台。为有效解决充电难，2016—2020 年山西省将投资 52 亿元建电动汽车充电设施。其中，将优先发展太原、晋中、晋城 3 个电动汽车基础设施推广重点城市的充（换）电设施服务网络，2017 年，太原、晋中、晋城将实现全覆盖。

4.1.1 晋中

2016 年 2 月，晋中市人民政府印发《晋中市加快推进电动汽车产业发展和推广应用实施方案》，方案要求：

到 2020 年底，在全市建成较为完善的电动汽车应用配套服务设施网络，产业支撑体系、政策支持环境，待市场培育日趋成熟，推广应用电动汽车力争达到 2 万辆以上。

充电设施建设争取 2016 年实现公共服务领域、党政机关等区域覆盖，争取 2017 年实现全市全区域覆盖。2020 年底形成覆盖全市、布局合理、高效智能的充电服务网络，满足全市电动汽车推广应用需求。

4.1.2 晋城

2015 年，晋城市政府出台了《新能源汽车推广应用实施方案》，重点在公交车、公用车、公务车等公共服务领域推广应用。

《方案》要求：新能源汽车在公共停车场免收两小时停车费，在道路内泊车位免收停车费。新建居民区、大型写字楼(酒店)规划车位配建充电设施比例不低于车位总量的 10%。

晋城市 2015 年和 2016 年上半年新推广公共领域电动客车 171 辆，私人领域乘用车 123 辆。到 2016 年底，市区陆续将有 859 辆出租车到期更换，拟全部更新为电动车。此外，晋城市也在加紧新能源汽车配套基础设施的建设，目前已建成高平、晋城中道能源、市客运东站、皇城相府、阳城新晨城市公交有限公司、沁水汽车站 6 个充电站，已建成投入使用充电桩共 64 个。

同时，晋城市将在各景区推广约 800 辆新能源汽车，采用新增、正常更新、提前更新等方式，探索零排放示范区发展模式。

4.1.3 大同

2016 年 3 月，大同市人民政府下发《大同市 2016 年电动汽车产业发展和推广应用重点工作任务》，要求市、县(区)党政机关、公共机构和公共服务领域新增或更新的车辆中，电动汽车推广应用比例不低于 30%；市、县、区新增及更换的公交车、出租车中新能源汽车比例要达到 50%。

同年 10 月,《大同市电动汽车充电基础设施建设管理办法》下发。

11 月，编制出台了《大同市电动汽车充电基础设施布局与发展规划（2016 年-2020 年）》，明确提出，到 2020 年末，建成由 35 座集中式充电站、1.2 万个充电桩构成的完全覆盖、布局合理、智能高效的充电基础设施体系。

4.1.4 长治

长治是全国开展甲醇燃料及甲醇汽车研发和推广较早的城市之一，长治第一汽车运输公司先后承担“十一五”国家“863”计划和国家交通运输部首批节能示范项目，目前已有 70 余辆甲醇公交客车运营。近年来在新能源汽车推广应用方面，长治市已发展纯电动公交 68 辆、LNG （液化天然气）货车 100 辆、燃气公交车 375 辆。

长治市充电站建设始于 2010 年，到“十二五”末，已建设电动汽车充电站 5 座，充电桩 170 个。城区现有充电桩 26 个，分别位于供电城西营业厅、城东营业厅、政府大院汽车修理厂等 5 处，基本满足了现有电动汽车用户需求。2016 年底，将建二广高速公路长治、武乡服务区 4 座电动汽车快充站。

4.1.5 忻州

继太原市率先在全国将出租车更换为纯电动车之后，忻州城区于 2016 年 9 月份统一将城区 236 辆公交车更换为电动公交车。

据了解，忻州市下一步将更换出租车以及环卫、巡逻、执勤等公

用车辆，同样使用新能源汽车。同时，忻州市政府决定将忻府区作为新能源汽车推广应用试点，要求今年年内完成统一规划，集中招标一批充换电设施项目，带动其他县共同发展。

为此，忻州市从编制基础设施专项规划入手，推进充电设施项目建设，积极吸引社会资金参与，因地制宜建设公共充换电站、充电桩等配套设施。忻州市 2016 年规划编制了《忻州市城市充电基础设施专项规划》，该专项规划目前已通过了专家论证议程。

4.1.6 运城

2015 年底，运城市首个电动汽车充电示范点在香河湾小区西侧铁道口西北角建成，该充电网点前期安装的两台充电桩（其中直流快充 1 台，交流慢充 1 台），每天可满足 20 余辆电动汽车充电需求。

2016 年底前，运城市完成市中心站和汽车东站两座公交充电站建设；在公共场站、政府部门完成 120 个充电桩建设。

4.1.7 清徐

2016 年 11 月，清徐县对首批 36 辆纯电动公交车办理挂牌上户、营运手续，预计 11 月下旬投入运营。

即将投入运营的纯电动公交车续航能力可达 170 公里。同时，为满足纯电动公交车充电需要，清徐县客运公司在客运站设置了 10 个充电桩。清徐县将在 2017 年陆续更换纯电动公交车。同时，该县客运公司也将加快公交线路的规划设计，新增多条城乡公交线路，实现

纯电动公交车的全覆盖。

除各地积极推广电动车之外，省级层面也在基础设施配套上给予有力的支撑。2016 年 10 月底，位于青银高速公路杏花服务区的电动汽车快速充电站送电成功，打响了全省 2016 年交通运输重点工作“在全省主干高速公路路段服务区建设城际间快充电站”的第一炮。目前，全省在建的省内高速公路服务区电动汽车快速充电站及配套电气设施共有 19 对，全部建成后不仅能满足省内司乘人员的出行需求，而且与周边省份相连成网后，达到远途出行的要求，将大大推动电动汽车产业的发展和推广应用。

4.2 山西推动电动车发展的意义及作用

随着石油资源的减少和人们对环境的日益重视，电动汽车已成为国际社会广泛关注的话题。为此，山西省确立了立足煤电能源优势，发挥汽车产业引领带动作用，构建新的产业链的发展思路，使电动汽车成为促进山西省经济转型升级和民生改善的新动力。

比亚迪太原新能源汽车生产基地项目，由比亚迪股份有限公司投资建设，主要建设内容：年产 2000 辆纯电动客车、2000 辆纯电动专用车；建设工矿作业车生产线，并扩大客车和专用车产能，形成年产 5000 辆纯电动客车、5000 辆纯电动专用车和 2000 辆工矿作业车的生产能力。项目总投资 40 亿元，总规划用地 1100 亩，预计达产后年产值 150 亿元。

山西省作为能源大省，同时也是环境污染严重的省份之一，面对

日益严峻的能源形势和环保压力，把发展新能源汽车作为提高产业竞争能力、保持经济社会可持续发展的战略举措，对于消纳山西省富余电量以及改善环境质量具有重要意义。

山西省推动电动车发展，旨在发挥山西的资源优势，结合其产业结构特点，推动产业转型升级，将电动车转化为人民群众的消费红利，降低出行成本，满足人民群众多元、便捷出行需求；以电动车为支点，进一步消纳过剩煤电、降低机动车排放、推动节能减排的发展战略。太原电动出租车每年可消纳电力供给超过 2 亿千瓦时电量。通过增加第三产业消费的方式，带动弥补过剩山西电力的消纳，对于促进产业转型意义重大。

一辆出租汽车年运营 350 天，日运营 380 公里，百公里用电 25 度计算，一辆出租车年用电量 33250 度，8292 辆出租车年用电 2.76 亿度。太原市 2016 年总装机容量 764.9 万千瓦，总发电量 279 亿度，发电机组平均运行小时数约 3600 小时，相当于正常运行发电机组 5200 小时的 70%。将全市保有的 2501 辆公交车、8292 辆出租车和 22385 辆高污染常用物流车全部更换为纯电动车后，年新增用电量 21.07 亿度，相当于太原市总装机容量运行时间提高 275 个小时。

同时，电动车的发展还有利于山西省实现节能减排，有效改善环境污染状况。目前山西省供电模式仍为燃煤电厂供电，根据环保专家的研究，相比较于燃油汽车的分散型低空排放，燃煤电厂的污染物属于集中排放，更便于控制和治理。随着电动车在全省的普及推广，湛蓝的天空、干净的空气，将成为市民触手可及的环保福利。

4.3 山西推动电动车发展的政策支持

根据 2015 年《山西省人民政府办公厅关于加快推进电动汽车产业发展和推广应用的实施意见》提出，对全省电动车的推广发展重点给予以下几方面的政策支持：

4.3.1 财税政策扶持

对电动汽车推广应用给予省级财政资金补贴。2016 年 1 月 1 日起，对纳入工信部《节能与新能源汽车示范推广应用工程推荐车型目录》、在山西省推广应用的电动汽车，按照同期国家补贴资金 1:1 配套省级补贴资金。

对省内电动汽车生产企业给予省级营销补助。2016 年 1 月 1 日起，对山西省列入工信部《车辆生产企业与产品》公告目录且实现终端销售的电动汽车，按照同期国家补贴资金 1:1 的标准给予省级营销补助。

研究制定农用、工矿作业类专用车辆及城乡区间用电动乘用车的补贴政策，对上述领域用车给予财政补贴。

鼓励市级财政设立配套专项资金，支持区域内电动汽车产业发展和推广应用。

落实国家新能源汽车税收优惠政策。对列入《免征车辆购置税的新能源汽车车型目录》的电动汽车免征车辆购置税；对符合《关于节约能源使用新能源车船车船税优惠政策的通知》（财税〔2015〕51 号）

要求的电动汽车免征车船税。

将山西省列入工信部《车辆生产企业与产品》公告目录的电动汽车产品纳入省、市政府采购目录，鼓励各级行政事业单位、公共服务机构优先采购本省电动汽车。

4.3.2 完善用电优惠政策

贯彻落实《山西省物价局关于我省电动汽车用电价格及充换电服务费有关问题的通知》（晋价商字〔2014〕366 号），明确电动汽车用电价格。各市人民政府尽快制定出台充换电服务价格，按照“有倾斜、有优惠”的原则，在国家及地方政府通过财政补贴、无偿划拨充换电设施建设场所等方式降低充换电设施建设运营成本的基础上，电动汽车充换电服务费原则上按低于燃气汽车使用成本 10%左右核定。电动汽车充换电设施配套电网改造成本纳入电网企业输配电价，充换电设施产权界点至电网的配套接网工程，由电网企业负责建设和运行维护，不得收取接网费用，相应成本纳入电网输配电成本统一核算。

4.3.3 差异化交通管理

对列入工信部《车辆生产企业与产品》公告目录的电动汽车实行分类注册登记。在全省范围内统一启用专用号段，积极争取国家同意使用专用号牌，核发行驶证要明显标注专用号牌号码、品牌型号、车辆类型等相关信息。对 2015 年及以前已上牌但未使用专用号段的电动汽车，免费更换为专用号段牌照。

对列入工信部《车辆生产企业与产品》公告目录的电动汽车，在办理机动车注册登记时，免收新车牌证费用。

改进道路交通技术监控系统，通过号牌自动识别对电动汽车通行给予便利。

政府投资或利用国有资源设立的公共停车场、占用市政道路在市政道路两旁设立的停车场免收电动汽车停车费。

同时要求研究编制充电基础设施专项规划，并纳入城乡建设规划。加快建设充电桩、城市充换电站、城际快充站等设施，按照城际—城市—重点区域统筹推进原则，建设覆盖全省的智能充电服务网络。

简化审批程序，完善用地扶持政策，加快推进用户居住地、单位及公共建筑等停车场充电设施建设。

通过以上具体政策，大力支持电动车在全省范围内的推广及应用。

4.4 山西推进电动车的重点城市筛选建议

据统计，我国目前主流电动车的续航里程多在 200 公里左右，部分能到达 300 公里以上，充电时间慢充多在 8 小时左右，快充 2 小时左右。电动车的续航里程决定了它的使用半径和使用场景。因此，对重点推广电动车的城市也应该有城市形态和城市功能的考虑。

首先，由于目前山西省尚未做到充电基础设施的全覆盖，仅能满足本市范围内充电需求，且充电基础设施造价较高，大面积的覆盖必将造成城市基础设施资金投入的加大以及用电负荷的增加。因此，在

充电基础设施的布局上不应贪大，应合理布局、科学规划，与电动车的保有量成正比。这就决定了城市面积不宜过大。

其次，电动车推广，其中较为重要的一部分为汽车租赁。一方面电动车租赁是消费者了解车辆产品性能的重要途径。另一方面，对于消费者而言，也是缓解资金压力的一个方式。未来汽车租赁市场针对的主要群体为流动人口。电动汽车租赁对于流动人口来说，既经济又便捷。流动人口数量的多寡，往往取决于城市的本地资源，资源越丰富，吸引的人口就越多，汽车租赁就越有市场。

第三，电动车的推广需要政府资金的投入，既要执行电动车购置费用的政府补贴，同时也要对充电基础设施进行建设，均是一笔不小的投入。因此，较好的经济基础也是电动车推广的一个必要条件。

综上，推广电动车的重点城市需具有以下特征：

- 道路交通发达
- 有良好的城市资源
- 人口基数大
- 经济基础较好

根据以上条件分析，除太原外，大同、晋中、运城三地较符合以上特征，可作为推广电动车的重点城市。

在山西省加快推广电动车，是降低汽车燃料消耗量，缓解燃油供求矛盾，减少尾气排放，改善大气环境，落实国家“十三五规划”节

能减排部署的重要举措。以整车制造为龙头，培育并带动动力电池、电机、汽车电子、先进内燃机、高效变速器的产业链将成为山西省由传统煤电能源大省向新能源产业转型的重要路径之一，能有效推动全省汽车产业优化升级，增强汽车工业的整体竞争能力。综上所述，以太原市电动车的推广带动山西省新能源汽车的发展，再选择如大同、晋中、运城等重点城市，参考太原经验，扩大电动车推广的范围，并形成区域影响，从而辐射推动电动车在山西的全面发展。

5 推广电动出租车和公交车的建议

随着中国电动车产业的快速发展，越来越多的省市在产业转型、经济发展、环境保护等因素的影响下，与太原一样，加入了推动电动车的行列。然而，正如太原的案例所显示，电动出租车的推广因涉及规划、电力、产业、环保、建设、交通等多个政府部门的工作，且与老百姓的日常出行息息相关，所以影响范围大，涉及到的困难也较多。因此，本报告在分析总结太原经验的同时，还提出了以下原则性的建议，用以帮助更多的省市更好的设计与实施电动出租车与公交车的推广工作。

建议一： 应优先考虑从出租和公交等入手推广电动车

- 公共交通电动化的环境效益更加明显

首先，公共交通（包括出租，公交、邮政、环卫等公共服务部门用车）的使用频率高、运行时间长。据相关统计，我国每年公交车日行驶里程及油耗量大约相当于私家车的 30 倍[1]。其次，我国公交车大部分都是柴油车，柴油车的排放强度远大于汽油车。第三，由于城市路况复杂，频繁的刹车和启动大大增加了燃油车的污染排放水平。综上，公共交通用车的电动化，取得的环境效益最大。

- 政府主导公共交通改革，可操作性更强，充电更易有序调节

[1] 来源 http://hn.leju.com/news/2016-12-09/1440621287845373023569 7.shtml

相比于私家车，公共交通具有运行时间长，运营范围较为固定，易于管理的特点。在我国，公共交通通常都属于国营企业主导，更易于政府指导。因此，政府可以先出台鼓励公交车、出租车改电动车的政策规划性文件，再进一步推广到环卫、邮政物流、企事业单位等公用车辆，是开展电动车示范运行的最优选择。

通过合理规划，实现有序充电，能够减少电动公交车和出租车对于电网的冲击，同时实现电力消纳的目标。

- 从公共交通入手，可快速实现基础设施的覆盖

在推进公共交通电动化的过程中，逐步完善基础设施建设，包括充电桩覆盖范围，高速公路配套充电设施建设等。完善电动车配套基础设施，有利于吸引私家车车主更换为电动车，以此助力电动车的全面推广工作。

建议二：城市政府应关注的执行要点

- 形成明确的领导、管理与协调机制，开展综合规划

在太原的案例中，太原市政府成立了太原市新能源汽车推广应用工作领导组，出台了太原市新能源汽车推广应用实施方案，明确了领导组办公室和各部门的职责，并对新能源汽车推广任务及指标进行了分解。其他省市可以参考太原的模式：在工作开展前，先建立领导和协调机制，以确保在电动车推广实施过程中，各部门可以有机配合，形成合力，联合推动落实相关的政策。

为了推广电动车，太原市设立了太原市新能源汽车推广应用工作领导组以及领导组办公室两个管理协调机构。

领导组由太原市长牵头作为组长，组员包括：常务副市长、副市长、市政府秘书长、市政府应急办副主、市发改委主任、市经信委主任、市科技局局长、市财政局局长、市住建委主任、市国土局局长、市环保局局长、市交通运输局局长、市城乡规划局局长、市商务局局长、市物价局局长、市市容环卫局局长、市公安局副局长、市金融办主任、太原供电公司总经理、太原公交控股（集团）公司董事长、万柏林区区长。

领导组办公室设在市科技局，负责新能源汽车推广应用日常工作。

此外，各地政府部门应根据自身发展需求，在开展规划工作的同时，也进行综合部署。如：在电动车推广初期，组织编制完成相应的《电力规划》、《新能源发展规划》、《电动车推广计划》、《电动汽车充电基础设施建设规划》、《电动汽车充电场站选址规划》，制定既有/新建住宅、公共服务建筑充电桩配建标准等。工信部门应做好电动车产业发展规划，并提前和企业协商，做好废旧电池回收。环保部门应在空气质量达标规划、清洁空气行动计划中，结合机动车减排提出相应的新能源汽车发展目标，整合以上规划。在做好电力专线、供电设施、充电场站等设施的空间布局的同时，应根据不同电动车类别，设计差异化电动车推广应用方案。

- 关注并结合本地的产业规划与发展

在太原的案例中，随着电动出租车的推广，太原进一步实现了较大的产业推动效果。其他地区在推广过程中，也可以参考太原的经验，

开展相关产业发展的综合性规划，以形成前瞻性的产业发展预期，并设计相关的政策和措施，在促进电动车应用的同时，实现较强的产业推动。

太原电动出租车推广带来的主要产业发展效益

太原电动车的推广，在电网电力消纳、电动车生产、充电设施建设以及车辆和充电设施的运营维护等领域都有明显的拉动效益。

- 与龙头企业形成战略合作，建立了电动车的生产基地，提供了新的就业岗位，并推动了产业与经济的发展

  2017 年 7 月，太原比亚迪新能源汽车基地新车下线仪式在山西转型综改示范区举行。首批比亚迪 K8 纯电动客车成功下线，标志着比亚迪在中西部地区首个以纯电动客车、纯电动专用车、工矿作业车为重点的新能源汽车制造和研发基地落成投产，生产线将推出 15000 余辆纯电动客车。

- 电动车的使用以及充电桩的建设推动了充电桩建设运维、车辆保养维护等相关以及辅助行业的发展

  2016 年 1 月启动充电桩建设以来，太原市有 8 家国有企业、50 家民营企业投资总计约 5 亿元人民币，分别用于建设充电站 117 处、充电桩 6293 个，建设总容量 31 万 KVA。

- 支持电网的电力消纳，并加速了充配电基础设施的建设，对电力行业发展起了促进作用

  2016 年太原市电动出租车充电总用电量达 1.14 亿度，占全市大工业用电量的 1.3%；2017 年上半年总用电量 0.97 亿度，占全市大工业用电量的 2%，预计 2017 年用电量比 2016 年增长 50%以上。

- 对于充电设施的管理，应构建统一的信息共享与监管平台

随着充电设施的建设工作的大力推动，为提高资源利用效率，降低无序充电对电力设施造成的冲击，提高充电设施的管理水平，应由政府主导，形成一个统一的充电设施信息共享与监管平台，并提出明确的信息共享规则，要求不同的充电设施建设以及运营管理机构实时分享相关的数据。政府部门还可以借助这个信息平台开展充电设施的相关监管工作。

- 因地制宜，制定多样化的鼓励与扶持政策，并加强宣传

坚持市场导向和政府推动相结合，针对各地市资源优势制定多样化、差异化的推广政策；以政策服务创新为牵引，以重点应用示范为突破，以基础设施建设为支撑，将推广应用电动汽车的政策从购车环节向用车环节延伸，覆盖购车补贴、用车、基础设施建设及运营、服务保障等全链条；鼓励各类金融机构开发金融产品，全面参与电动汽车推广应用；积极探索公私合营(PPP)等模式，通过共享油电差价等机制，鼓励社会资本参与充电设施建设与运营及车辆购买与维护；引导设立电动汽车发展基金，鼓励充换电设施建设运营单位实行有偿服务，推动形成车位所有者、基础设施建设者和运营管理者等多方共赢的运营模式。

用车环节可借鉴太原市的推广经验和政策。推广的前期采用移动式充电站，以弥补配套基础设施不完善的短板；根据各地市条件制定峰谷供电价格政策；电动车进入公共停车场停车免费；根据各地市汽车保有量来确定需要推广试用的电动车比例，让市民逐步体验并接受

使用电动车。根据目前电动车的发展技术水平，部分地市在现有的充电桩模式外，鼓励积极共享充电桩，同时试行换用“备用电池”的快捷充电模式，以此来解决充电时间较长的问题。

在资金保障方面，全面落实市级购车财政补贴和基础设施建设财政补贴，积极争取国家财政补贴。在用地保障方面，盘活存量，用好增量，保障充换电站建设的用地需求。

组织新闻媒体进行全方位、多层次、宽视角的科普宣传，切实增进社会公众认知程度，营造易于接受、乐于使用电动汽车的良好环境。重点加大政策宣传力度，通过专家解读、专题报道、典型案例等形式进行宣传报道，使公众清晰，消费者明晰，执行者熟悉。强化舆论监督作用，重点关注产品质量、服务保障、设施建设等关键环节，共同维护电动汽车良好的发展态势和局面。

建议三：确保环境效益最大化

- 设定动态的电动车能效标准

电动车的能效高低，相应带来的环境效益差别很大，“百公里电耗”指标不仅影响到电动车是否能带来全生命周期的空气污染改善、同时还影响着与气候变化相关的碳排放。随着科技进步，电动车能效将会不断提高，在原有续航里程等指标的基础上，建议政府设定动态的电动车能效标准，提出百公里电耗目标，并跟政府采购、补贴等相关政策挂钩，使汽车制造业开始加大对汽车新能源的研究和开发力度，推动电动车节能减排的发展。

- 考虑技术进步，对相关技术的环境效益开展系统评估

电动车的推广应充分考虑未来新技术的更新、创新，推广模式以不影响新技术的应用为前提。也就是说，要尽可能推广更节能的车辆。政府提出的相关要求，应在不影响新技术的应用的情况下，为新技术提供展示与应用空间，同时还要能避免造成资源浪费。

新技术在使用前应得到全面系统的评估，包括技术的创新性、应用的实际效果、安全性与使用便捷性等。同时，电动车配套技术，如充电站、充电桩技术也应得到全面评估。

- 推动电力的清洁化发展，鼓励清洁能源与电动车同步发展

电动车依赖于电力供应，若将发电侧的排放考虑在内，电力的清洁程度决定了电动车对节能减排的贡献大小。2015 年我国非化石能源发电量在电网中的使用比重达到了 27%。

初步测算，考虑到发电侧的排放：当非化石能源发电量在电网中的使用占比达到 17%时，则太原市电动出租车项目的 NO_X、$PM_{2.5}$、PM_{10}、CO、HC 和 CO_2e 均可实现减排。

山西省目前电力供应的可再生能源等清洁能源电力比重仍然很低，因此加速发展可再生能源、推进电力清洁化，有助于电动车项目的进一步减排，减少电动车在推广中的阻力，实现正向的相互促进作用。事实上，山西在推动电动车应用的同时，也在推动新能源产业的工作，具有很大的协同发展和减排潜力。

表 5.1 山西省“十三五”新能源产业主要基地工程布局

类别	布局
新能源（低碳）示范城市（园区）	大同市、长治市、运城市、晋城市、太原西山生态产业园区
光伏扶贫	以吕梁、太行两大连片特困扶贫区为主贫困地区
风电供暖	大同、忻州
晋北千万千瓦风力发电基地	大同、朔州、忻州
采煤沉陷区光伏领跑者基地	大同、阳泉等
新能源装备制造基地	太原、吕梁、长治、

通过研究电动汽车与新能源融合发展方案，并开展分布式可再生能源/微电网 – 电动汽车智能充电示范，可以协同促进电动车环境效益的提高。

鼓励配合新能源的建设能够适当推动当地电动车的发展。目前建设完成的电动车基础设施以及在推进中累积的运行经验，以及着眼未来，随着能源互联网的建设，国内与国际电动车、电池技术的快速进步，我国对于可再生能源发电的推进，这些将会在未来推动电动车的快速发展，并不断提高人民生活质量，促进产业转型发展中发挥重大左右，同时也会带来巨大的绿色和环境效益。

- 督促电动车生产企业降低车辆与电池在生产、回收以及报废环节的排放

电动车虽是新生产业，但电动车的生产与报废，尤其是电池的生产与报废可能会带来较大的污染风险。因此，可以针对电池的生产、退役以及报废的管理与处置等环节做出明确的规定，通过绿色认证等模式，规范企业自身的管理承诺，并在政府采购等环节提出明确的准入机制。

需要探索商业模式，将电池生产企业纳入电池回收、梯级利用、报废循环体系。

随着近年来新能源汽车数量的快速上升，部分动力电池开始进入报废期，未来也将有更多动力电池退役。这些淘汰下来的废旧动力电池应当被充分利用并在报废后应得到妥善处置。处理不当不仅会带来巨大的浪费，还可能会环境造成极大污染。对于仍有利用价值的退役动力电池，可以探索梯级利用等有效方式发挥其最大价值。对于无法梯级利用的报废电池，需要进行回收和资源化利用。回收和资源化利用的过程应当严格遵循相关标准并得到有效监督，防止有害物质的泄露和扩散。

建议四：重点问题应当提前做好针对性规划

- 省市联动，提前开展电网设施的规划

电动车充电桩接入电网后，会对电网产生很大的影响。一方面城市用电量有一定的限制，电动车集中充电会对电网形成较大的用电负荷，影响整个电力系统的用电平衡；另一方面，在具体的充电桩介入电网过程中，不同的电动车汇聚度以及不同的接入水平下的充电行为，都会影响配电网电压的水平。同时，还可能形成谐波影响，造成电网

的动态污染，影响电网运行的稳定及安全。

因此，我们建议省级电力管理部门应该给予指导，将电动车充电设施的规划纳入到省级输配电设施的统一规划中。同时，市级电力公司作为实际工作的主要执行者，应当在设计电动出租车或公交车推广方案时，开展同步规划。规划的内容，除了包括硬件设施的建设，还应当包括充电行为规范化和有序化的要求。

此外，不同部门在开展电力规划时，还应考虑到未来电动车充电桩的用电需求，提前规划电网负荷能力，为电动车的快速发展提前布局，尽量避免和减少因临时扩容造成的成本增加与安全隐患。

- 尽早出台有关政策、规范以及管理办法

通过施行灵活的电价政策，分时错峰引导电动车进行充电，可以有效缓解因无序充电造成的电网冲击。电价政策实施时，可以把相关的储能网点以及移动充电设施考虑在内。

为了有效提升充电设施的使用率并降低使用的风险，市级政府还可以制定相关的管理规定，如：

- 鼓励私人充电设施的共享；
- 针对充电设施的维护对运营机构提出明确的要求：加强质保和第三方服务，确保充电设施的正常。尤其针对获得政府补贴的充电设施；
- 设置临时充电停车位，为电动车的充电提供方便；

- 针对充电资源被其他车辆抢占的现象设置处罚规定；
- 降低因充电设施导致的风险，可对公用充电设施提出明确的保险要求。
- 充电服务费应区分充电功率而定。

- 科学布设充电桩，引导有序充电，提高资源的使用效率

坚持适度超前布局，充分发挥政府规划引导作用，吸引社会力量全面参与，推动形成市场化的建设、运营、管理机制，全省范围内建成较为完善的国标充电设施服务网络。基础设施建设应充分考虑未来新技术的更新，不应影响新技术的应用，避免造成资源浪费。

加大公共领域充换电站建设力度。在社会公共停车场、交通枢纽停车场、大型商超停车场、高速公路服务区、电动汽车专业销售(4S)店及具备条件的加油站等建设快速充电桩。

小区物业管理单位、业主委员会等应支持具备条件的单位或个人开展自用充电桩建设。具备条件的社会停车场应建设一定比例的充电桩向社会开放，可按照相关规定收取服务费用。

积极发展车联网技术，将电动汽车打造成移动智能终端，实现车人、车车、车路、车网等交互，推动电动汽车和大数据平台有机融合，实现车辆智能化、交通智慧化和信息动态化。完善智能充换电服务管理平台，满足公众预约、查询、结算等使用需求。充电设施的建设应根据电动车出行的大数据，掌握车辆出行习惯，补充和完善充电设施

规划，以提高社会效率。

- 通过组织考察和示范应用，提高方案的可接受度

在太原的案例中，出租车司机在更换电动车之前，由于对于真实情况了解有限，也出现了一定的抵触情绪。为了能够让出租司机了解到真实的情况，太原市政府组织了相关人员，去已经开展电动出租车推广的深圳、香港等城市中进行实地考察。另外，在更换电动车时，太原市首先选择了一部分车开展了更换试点，并让参与试点的出租车司机去传播真实的使用体验。因此，在后期大范围的推广阶段，司机对于方案的接受程度有了大幅的提升。

太原市原有燃油燃气出租车更换电动车之后，一天可行驶里程约 400 公里。司机充电以充电站、充电桩为主，充电费用每天约 70-80 元，比燃油汽车节省约 180 元，比燃气汽车节省费用约 50%。室外充电桩冬季充电比夏季行驶里程减少约 80 公里，充电时长冬季夏季室内充电设施差别不明显，室外有较小差别。

附件：太原电动出租车项目减排量计算过程

本报告电动车减排量的计算中考虑的污染物/温室气体种类包括 SO_2、NO_X、$PM_{2.5}$、PM_{10}、CO_2e 共 5 项，在计算本地污染物排放总量是加入 CO、HC 这两项。

第 i 种污染物/温室气体的减排量=基准情景第 i 种污染物/温室气体的排放量-项目情景第 i 种污染物/温室气体的排放量。

一、 基准排放量：

基准情景[2]为 4422 辆出租车使用国四标准汽油，3870 辆车使用压缩天然气。

出租车年均行驶里程根据《道路机动车污染物排放清单编制技术指南》的表 4 得到，为 120,000km/辆/年。

出租车百公里油耗根据文献为 9.1L[3]汽油/100km，天然气汽车的百公里气耗是 9.53 立方米。

国四汽油硫含量为 50ppm 即 50mg-S/kg-汽油；车用天然气含硫量 60mg/Nm^3（GB17820-2012 天然气）中 I 类标准。

汽油出租车的 NO_X、CO、HC、$PM_{2.5}$、PM_{10} 的排放系数根据《道

2 原有车辆主要是国三车型执行的排放标准，使用燃料标准为国四。

3 Wenwei Ke , Shaojun Zhang , Xiaoyi He , Ye Wu , Jiming Hao Well-to-wheels energy consumption and emissions of electric vehicles:Mid-term implications from real-world features and air pollution control progress，Applied Energy 188 (2017) 367–377

路机动车污染物排放清单编制技术指南》及文献[4]得到，如下表所示：

表 1 汽油（天然气）出租车污染物排放因子（g/km）

污染物	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO	HC
汽油车	0.341	0.007	0.008	4.91	0.69
天然气车	1.35	0.007	0.008	2.76	1.04

汽油出租车的 CO_2e 的排放系数采用使用《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》的缺省值，车用汽油 69300kg-CO_2/TJ，汽油热值为 44.3TJ/Gg；天然气汽车排放系数采用《2006 年 IPCC 国家温室气体排放清单指南》的缺省值，为 56100kg-CO_2/TJ, 天然气热值为 35.59MJ/m^3。汽油的密度采用 0.725kg/L。计算基准情景的排放结果如下：

表 2 基准线情景污染物/温室气体排放量计算结果（吨/年）

污染物与温室气体	SO_2	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO	HC	CO_2e
排放量（吨/年）	8.81	807.72	6.97	7.96	3886.4	849.16	195841.32

二、 项目情景排放：

项目情景为 8292 辆出租车全部替换为比亚迪 E6 纯电动车，电

[4] Zhiliang Yao , Xinyue Cao , Xianbao Shen , Yingzhi Zhang , Xintong Wang , Kebin He. On-road emission characteristics of CNG-fueled bi-fuel taxis. Atmospheric Environment (2014), doi: 0.1016/j.atmosenv.2014.05.027

解淑霞，胡京南，鲍晓峰，等．2011 天然气　汽油双燃料车实际道路排放特性研究［J］．环境科学学报，31（11）：2347-2353.

天然气汽车 N0x 排放因子，采用以上两篇论文的平均值。其他排放因子采用了《道路机动车污染物排放清单编制技术指南》

全部取自电网，电网中的燃煤电厂均实现超低排放的情景。并且，按照未来可再生能源在电网中的比例分别为 15%，20%，25%和 30%设定为项目情景 A、项目情景 B、项目情景 C 和项目情景 D。

比亚迪 E6 纯电动出租车百公里电耗根据调研为 25 度/100km。

电网的 SO_2、NO_X、$PM_{2.5}$、PM_{10}、CO_2e 的排放系数参考文献5中给出的 2012 年北京-天津电网的排放因子，以及参考文献6中给出各电网实现超低排放后的减排比例得到，如下表所示：

表 3 电动车用电的排放因子（g/度）

污染物与温室气体	SO_2	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO_2e
项目情景 A	0.08173	0.09122	0.01297	0.02133	799.42
项目情景 B	0.07692	0.08586	0.01221	0.02008	752.396
项目情景 C	0.07211	0.08049	0.01144	0.01882	705.371
项目情景 D	0.0673	0.07513	0.01068	0.01757	658.346

计算得到项目情景的排放结果如下：

表 4 项目情景污染物/温室气体排放量计算结果（吨/年）

污染物与温室气体	SO_2	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO_2e
项目情景 A	20.33	22.69	3.23	5.31	198864

5 HongHuo, Hao Cai, QiangZhang, FeiLiu, Kebin He. Life-cycle assessmen of greenhouse gas and air emissions of electric vehicles: A comparison between China and the U.S., AtmosphericEnvironment,2015(105): 107-116.

6 王临清, 朱法华, 赵秀勇. 燃煤电厂超低排放的减排潜力及其 PM2.5 环境效益, 中国电力, 2014(11): 150-154.

项目情景 B	19.13	21.36	3.04	5.00	187166
项目情景 C	17.94	20.02	2.85	4.68	175468
项目情景 D	14.74	18.69	2.66	4.37	163770

三、减排量：

根据基准线情景排放和项目情景排放的结果相减并计算得到减排量汇总结果如下：

表 5 污染物/温室气体减排量计算结果（吨/年）

污染物与温室气体	SO_2	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO_2e
项目情景 A	-11.52	785.03	3.74	2.65	-3022.46
项目情景 B	-10.32	786.36	3.93	2.97	8675.41
项目情景 C	-9.12	787.70	4.12	3.28	20373.28
项目情景 D	-7.93	789.03	4.31	3.59	32071.15

四、不同电网减排量：

由于太原电动出租车项目所处的华北电网的非化石能源发电量占比很低，考虑发电侧排放，在计算减排量效益上，未来潜力会更广阔。

目前，我国水力发电量占比高的西南电网（2015 年西南电网非化石能源发电量已经达到 74%，其中四川和云南电网中非化石能源发电量分别是 86%和 90%），如果该电动车替代项目在这些地区运行，即使考虑电网端的排放也目前就已经能产生巨大的减排效益。如下表，

表 6 污染物/温室气体减排量计算结果（吨/年）

污染物与温室气体	SO_2	NO_X	$PM_{2.5}$	PM_{10}	CO_2e
项目情景 四川电网	5.46	803.98	6.43	7.09	163087.29
项目情景 云南电网	6.42	805.05	6.59	7.34	172445.58