

新能源汽车国家发展战略研究

抄佩佩¹, 高金燕¹, 杨洋¹, 胡钦高¹, 钟志华²

(1. 中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆 401122; 2. 中国工程院, 北京 100088)

摘要: 新能源汽车作为当前和未来全球汽车产业发展的重点, 对我国能源、环境、经济、科技、社会等方面都将产生较大影响。为更好地支撑我国新能源汽车产业后续发展决策, 促进产业健康快速发展, 课题组充分分析了产业持续发展对我国未来能源安全、减排环保及产业升级的影响, 进一步明确其重大战略意义, 并在全面对比国内外产业支撑政策及产品技术发展水平、总结评价我国产业优劣势的基础上, 对未来产业发展的战略定位、路线选择和培育重点等给出思路建议。

关键词: 新能源汽车; 重大意义; 国内外对比; 战略路径; 重大工程; 政策建议

中图分类号: F542 文献标识码: A

Research on the New Energy Vehicles Industry's National Development Strategy

Chao Peipei¹, Gao Jinyan¹, Yang Yang¹, Hu Qingao¹, Zhong Zhihua²

(1. China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd, Chongqing 401122, China;

2. Chinese Academy of Engineering, Beijing 100088, China)

Abstract: As an essential sector in the world's future automotive industry, the new energy vehicles will introduce significant differences into the development of China's energy, environment, economy, science & technology, and society. In order to better support development decision making and to ensure healthy and sustainable development of the industry, our research group has thoroughly studied the influences that the new energy vehicles industry will bring to China. We affirm that it has great strategic significance for energy security, emission reduction, environmental conservation, and industry transformation and upgrading for our country. After a study of supportive policy and of the product technology level of the new energy vehicles industry (both domestic and overseas), and a summarization and evaluation of the pros and cons of China's automotive industry, we offer proposals for strategic positioning, route selection, and cultivation priority for the future development of China's new energy vehicles industry.

Key words: new energy vehicles; great significance; China-world comparison; strategic routes; key projects; policy proposal

一、前言

进入 21 世纪以来, 我国汽车产销量持续增长, 成为世界汽车大国。在此背景下, 汽车产业内部增长动力、消费结构、生产模式与竞争格局等均发生

深刻变化, 而能源、环境、交通等产业外部因素制约也日益严峻^[1]。新能源汽车作为汽车工业未来发展的重要方向, “十二五”期间无论从产销规模、技术水平还是法规标准等多方面来看, 都取得了较大成绩与进步, 但与国际先进水平相比较, 在核心

收稿日期: 2016-08-05; 修回日期: 2016-08-15

作者简介: 抄佩佩, 中国汽车工程研究院股份有限公司, 高级工程师, 主要研究方向为我国节能与新能源汽车发展战略等;

E-mail: chaopeipei@caeri.com.cn

基金项目: 中国工程院重大咨询项目“‘十三五’战略性新兴产业培育与发展规划研究”(2014-ZD-7)

本刊网址: www.enginsci.cn

技术创新、整车及电池安全、基础设施配套等方面,还存在一定差距。“十三五”期间产业面临的国际竞争愈加激烈,未来发展仍存较大挑战。

二、我国发展新能源汽车的重要意义

新能源汽车作为当前和未来全球汽车产业发展的重点,对我国能源、环境、经济、科技、社会等方面都将产生较大影响。发展新能源汽车,遵循了我国倡导发展循环经济与节约经济的战略方针,对于促进汽车产业转型升级、提升产业国际竞争力、建设环境友好型社会具有重大战略意义^[2]。

(一) 有利于降低石油进口依存度,保障国家能源安全

2014年,我国汽车成品油消费量约为 2.5×10^8 t,接近石油消费总量的一半,与此同时,我国当年石油对外依存度上升至58%。如果未来我国汽车全部采用传统技术,则2050年汽车成品油消费量将达到约 5.5×10^8 t,可能导致我国石油消费总量达到约 8.5×10^8 t,当年石油进口依存度达到约75%,对我国能源安全,尤其是石油安全带来极大挑战。

如果新能源汽车得到大规模推广并在2050年达到约3.5亿辆,占汽车总保有量的60%左右,则可替代车用燃油量约 2.5×10^8 t,届时我国石油对外依存度将大幅度降低^[3]。

(二) 有利于缓解温室气体减排压力,控制大气污染物排放

如果新能源汽车发展在2050年能达到新能源汽车占汽车总保有量约60%的目标,则可实现约 5×10^8 t CO₂当量的温室气体减排,相对全部采用传统汽车技术情况,可以减少30%的温室气体排放。新能源汽车的发展,有利于我国有效缓解温室气体减排压力^[4]。

新能源汽车的推广可大幅削减车辆运行阶段大气污染物的排放,对于改善城市空气质量、保证人群健康具有重要意义。如果车用能源生产的污染物排放可控,则新能源汽车生命周期减排效益显著。若2050年新能源汽车市场渗透率达到60%,则车辆运行阶段一氧化碳(CO)将减排 2.7×10^6 t,挥发性有机物(VOC)将减排 6×10^5 t,削减率约为

60%~70%。如果太阳能和风能等清洁能源发电比例大幅提高(如2050年达到80%),则新能源汽车生命周期VOC、CO减排率将超过90%,氮氧化物和一次PM_{2.5}减排率将超过80%^[5]。

(三) 有利于我国汽车产业乃至制造业转型升级

发展新能源汽车是我国从汽车大国迈向汽车强国的必由之路。汽车产业的发展趋势是电动化、智能化和网联化,汽车产业将是“互联网+制造”的典型产业。新能源汽车的核心是驱动力的新能源化,其创新与发展除了革新汽车电机、电控乃至整车技术外,还将高度融合能源管理、智能互联和云服务,极大地重塑汽车产业链,这对汽车产业基础相对薄弱的我国来说,既是挑战,更是契机,把握得好新能源汽车很可能是我国从汽车大国向汽车强国转型的突破口。

(四) 有利于带动相关领域的科技创新

新能源汽车作为低碳化和智能化这两个未来时代主题高度融合的典型产品,涉及材料科学、信息技术、控制技术、制造工艺、制造装备等几大领域。其产业发展将有效促进各领域相关的前沿基础研究、设计开发、测试、生产制造等各环节的技术进步和科技创新,其相关技术及产品创新将对其他产业科技创新起到示范带动作用。

三、国内外新能源汽车发展对比

“八五”以来,经过近25年的发展,我国新能源汽车已建立了较为完整的产业体系,管理政策及标准法规也基本覆盖产业链上、中、下游各个环节。尤其是“十二五”以来,科技研发专项与示范推广工程的同步实施,推动我国新能源汽车产业在产品、技术等多个方面取得显著成绩。

(一) 产业支撑政策对比

鉴于新能源汽车产业涉及国家能源安全和汽车产业兴衰,世界主要汽车大国都高度重视其发展,多从国家战略层面提出布局思路,并配套以科技政策和产业政策^[6]。美日德等国新能源汽车扶持政策框架体系最早起于能源和环境政策,而我国的新能源汽车扶持政策起于科技创新政策和产业政策。

顶层战略设计方面,由于新能源汽车属新兴产业,技术路线尚未清晰,各国对其发展规划大多在不断调整。自2008年以来,各国陆续出台专项规划作为指导性纲领,但长远性相对有限,时间也都在10~20年间。其中,美国发展新能源汽车的战略经过数个阶段的调整,目前主要围绕“摆脱对石油严重依赖,推进再工业化”展开;欧洲是全球新能源发展的起源地和低碳经济的领头羊,发展电动汽车是欧盟绿色发展战略的重要组成部分;日本发展新能源汽车是出于“能源安全与保持产业竞争优势的双重需求”;韩国则是出于“保持汽车产业四强行列位置”发展新能源汽车产业,并且通过发展绿色汽车为社会创造更多的新就业岗位,达到节能减排的目标。我国新能源汽车产业发展战略顶层设计几乎与国际同步,战略出发点包括转型升级中的弯道超车、能源安全和环境保护,长远性和大框架性有限,技术路线图有待进一步明晰。

技术支持政策方面,美国政府对新能源汽车的技术路线支持重点一直处于调整中,扶持方式主要是通过设立基金提供低息贷款、项目资助、财政拨款、资助大企业项目进行研发等,目前技术投入方向包括纯电技术、电池技术和插电式混合动力汽车技术^[7];欧盟出台一揽子相关政策,用以激励可再生能源及生物燃料的开发和应用,通过发布《欧盟交通道路电动化路线图》以及财政预算和信息机制[欧盟研究区域联络网(ERA-NET)框架]促进新能源汽车产业技术研发,投资50亿欧元支持汽车厂商开展技术研发^[8];日本对新能源汽车产业的技术支持是“两条腿走路”,一方面推动新能源汽车及零部件的研发和生产,另一方面支持节能效果很高的节能汽车和传统混合动力汽车,通过市场竞争来实现不同技术路线的选择;韩国通过产量路线图引导汽车行业投资,指定急需研发技术的八大主要零部件并给予直接资金支持,制定新能源汽车普及计划等。我国大力支持纯电动和插电式混合动力汽车,在燃料电池汽车及其他替代燃料汽车方面的政策则有所弱化,连贯性和稳定性不够;此外,在新能源汽车与可再生电力、智能电网等新型能源交通系统融合方面缺乏系统性的政策设计。

产业发展政策方面,美国新能源汽车扶持政策工具相对灵活多样,在联邦政府层面有财政补助、所得税减免、CAFÉ(企业平均燃油经济标准)积

分激励、低息贷款、政府采购等,在地方层面上有税费减免、大容量车道(HOV)使用、零排放车辆(ZEV)法案、停车优惠、充电优惠、车险折扣等^[9]。日本在新能源汽车推广普及方面,主要基于能效和排放情况,同时提供多种税费的减免及财政补助金两种政策手段。此外,美国和日本的新能源汽车扶持政策体系更为全面,不仅在研发、购买、充电基础设施等方面提供专项资助,而且美国在产能建设环节还提供了巨额的低息贷款,其中近年来共向制造商提供了250亿美元的联邦政府低息贷款。我国主要是为产品销售提供财政现金补贴,较少有效运用财政投融资、优惠信贷、直接投资和其他激励措施;产业税收优惠政策形式比较单一,主要以减免税等直接优惠方式为主,很少采用加速折旧、投资抵免等间接优惠形式,且税制设计未充分体现产业导向,缺乏税收激励与约束机制的有效结合。目前我国尚未建立起以油耗或者碳排放为基础的绿色汽车税收体系。

(二) 整车技术发展现状对比

我国新能源汽车整车技术自主化水平不断提高,基本实现“三纵三横”三大平台矩阵式体系。新能源客车性能国际领先,出口英国、巴西等多个国家。插电式乘用车百公里油耗普遍降至2L以下,电动汽车(EV)续驶里程突破400km,百公里加速及耗电量等技术指标大幅提升,中级别以下车型性能指标趋近国际水平,燃料电池汽车初步具备样车试制能力,但在部分关键技术方面与国外差距较大(见表1)^[10]。

纯电动乘用车(BEV)方面,我国多采用与传统车共用的平台,模块集成化程度低,难以进行进一步优化设计;而国外遵循整体化设计理念,多采用全新平台,在整车设计优化、集成化设计等方面水平更高。在电池配套方面,我国基本采用磷酸铁锂电池,安全性较高且寿命长,但能量密度低,轻量化技术上有所欠缺;而国外企业凭借其在电池成组技术上的优势,大多采用锰酸锂和三元材料电池。

插电式混合动力乘用车(PHEV)方面,我国在机电耦合系统构型方面与国外基本保持一致,在混联、并联及串并联等构型均有涉及。混动系统产业化进程方面与国外存在差距,国外各混动系统均已实现大规模销售,尤其丰田混联混动系统(THS)累

计销量突破 800 万台套，我国混动系统仅有比亚迪双模四驱及上汽智能电驱变速箱 (EDU) 系统累计销量过万，其余均处于产业化初期。在混动专用发动机方面，我国与国外差距较大，目前仅重庆长安汽车股份有限公司、广州汽车集团股份有限公司进行了相关技术储备，未进入商业化阶段。在扭矩协调控制技术、能量管理技术及再生制动技术等方面，我国与国外存在一定差距。

燃料电池乘用车 (FCV) 方面，国外燃料电池汽车技术发展较快，电-电混合技术方案成为当前发展重点，产品可靠性及成本控制取得进步。我国燃料电池汽车动力系统技术平台研发与国外几乎同步开展，采取“电-电混合”动力系统平台技术方案。国内燃料电池汽车企业推出产业化产品，并进入示范应用阶段。

新能源客车方面，我国纯电动客车在电子控制空气悬架底盘、轮边驱动桥、轻量化、电磁兼容等电动客车关键技术方面取得进展，产品应用处于世界领先地位。我国插电混动客车产品应用规模及技术水平均进步显著，典型产品纯电续航里程突破 65 km，最佳百公里油耗仅为 17.9 L；技术上突破了专用插电混合动力客车底盘技术，在全承载技术、双电压复合储能系统技术方面取得进展；开发了拥

有完全自主知识产权的集同轴混联构型、发动机智能启停、五合一控制器、复合电源等多项核心技术为一体的双电机同轴插电深混技术平台。

(三) 关键零部件发展现状对比

受益于我国新能源汽车产业快速发展，国内三电技术取得明显提高，动力电池单体能量密度持续提升，电机性能稳步推进，电控逐步实现产业化；但与国外相比，部分关键技术及设备工艺有待进一步提升 (见表 2)。

电池方面，国外新能源汽车动力电池的主要选择是三元系及其与锰酸系混合正极材料，我国新能源汽车的动力电池的主要选择是磷酸铁锂，目前逐步向三元系转移。美国和日本等主要国家在锂电池基础核心技术及产业化技术上已提前布局，我国目前暂无创新性技术，主要依靠仿制和跟随国外技术发展^[11]。主要发达国家已在正极、负极、隔膜、电解液等动力电池关键原材料高端产品方面形成技术壁垒，而我国在生产装备、系统集成等方面技术水平相对较低。

电机方面，我国在驱动电机功率密度和效率、噪声、振动与声振粗糙度 (NVH) 性能等方面与国际水平基本相当，但在大批量制造工艺与装备方面，

表 1 国内外新能源乘用车技术现状对比

类型	对比指标	欧美	日本	中国
BEV	平台	全新开发	全新开发	与传统车共用
	电池	锰酸锂和镍钴铝酸锂 (NCA)	锰酸锂及三元	磷酸铁锂及部分三元
	电机	永磁同步或异步交流感应电机	永磁同步电机	永磁同步电机
PHEV	主要构型	通用: GM Dual-Mode 博世: P2—Luk	本田: IMM-d 丰田: THS	科力远: 混合动力系统 (CHS) 比亚迪: 双模四驱 上汽: EDU
	耦合方式	扭矩耦合 功率耦合	扭矩耦合 功率耦合	扭矩耦合 功率耦合
	系统类型	混联、并联	串并联、混联	混联、并联、串并联
	节油率	> 40 %	> 40 %	> 40 %
	产品应用	宝马、奔驰、通用、大众	本田、丰田	吉利、比亚迪、上汽
	专用发动机技术	有	有	无
FCV	平台	初步构建全新整车平台		基于传统车辆改装
	燃料电池发动机	质量功率密度: 1 600 W/kg 体积功率密度: 2 700 W/L 环境适应性: -30 °C 质子交换膜寿命: 7 300 h		体积功率密度: 1 300 W/L 环境适应性: -10 °C 质子交换膜寿命: 7 300 h
	燃料电池辅助系统	压缩机、加湿器、氢循环装置突破关键技术, 进入产品测试及产业化阶段		国内基本处于空白

我国自主化能力仍需提高。

电控方面,整车控制器国外趋于成熟,国内产品小批量进入市场,控制器基础硬件和开发工具等基本依赖进口,产品技术水平和产业化能力与国外仍有很大差距。电机控制器核心零部件国外产品成熟,国内处于技术产业化阶段,在产品集成度、生产工艺、装备和可靠性方面,与国际先进水平存在较大差距。电池控制系统(BMS)方面,我国技术已获得市场认可,国内外BMS整体差距不大,在参数精度及动态掌控上都需提升,但荷电状态(SOC)等评估技术及理论模型主要模仿国外。

四、我国新能源汽车发展的战略路径思考

纵观世界各国,新能源汽车发展的原始动力有的是出于能源安全及环境保护的考虑,有的则还兼顾汽车产业竞争优势的培育。面对石油对外依存度提升、生态环境压力增长、经济增长方式粗放、产业基础薄弱等问题,我国新能源汽车产业发展势在必行,基于不同的出发点,其发展路径选择将会有所差异。

(一) 进行合理的整体战略定位

我国应从能源、环境、产业竞争力和经济转型调整等方面,明确战略出发点,在国家重大战略框

架(如战略性新兴产业、能源战略、生态文明、城镇化建设、一带一路等)下,从更长远、更大视角确定新能源汽车产业发展的中长期发展战略(2035年乃至到2050年),在此基础上,明确重要发展方向和发展目标。

与西方发达国家比,我国汽车产业起步较晚、基础薄弱,发展新能源汽车是我国当前实现汽车产业弯道超车的有利时机。因此,若以突破新能源汽车产业核心技术及提升汽车产业竞争力为核心目的,我国新能源汽车产业的发展路径应充分把握汽车产业未来主要发展趋势。

(二) 确立重点技术发展路线

从长远看,随着风能、太阳能、核能、生物质能等新能源比重的逐步上升,纯电动汽车和插电式混合动力汽车的整体节能减排效果将不断显现。即使在能源结构不变的情况下,纯电动汽车和插电式混合动力汽车虽然把对城市的污染转移到电源地,但煤电的使用可在一定程度上缓解对石油的对外依存度压力。此外,为在中短期内减少石油消耗,降低由此带来的温室气体和大气污染物排放,在一定时期内可鼓励发展传统混合动力汽车和替代燃料汽车。

为此,仍然遵照《节能与新能源汽车产业发展规划(2012—2020)》和《电动汽车科技发展“十二五”

表2 国内外新能源汽车关键零部件现状对比

关键零部件	对比项目	国外	国内
电池	技术路线	日本: 镍钴锰(NCM)、镍钴铝(NCA)、 锰酸锂(LMO) 韩国: NCM、LMO	磷酸铁锂(LFP)、NCM、NCA
	电池单体	单体技术水平与国外基本处于同一水平	
	生产装备	全自动大规模制造	从半自动中试向全自动大规模制造技术过渡 关键自动化设备依赖进口
电机	系统集成	在系统总体电性能、结构设计等方面与国外存在较大差距	
	峰值功率	—	160 kW
	功率密度	峰值 3.6 ~ 3.8 kW/kg	峰值 2.8 ~ 3.0 kW/kg; 连续 1.2 ~ 1.6 kW/kg
	最高转速	16 000 r/min	14 000 r/min
	电机效率	95 %	94 %
	NVH 性能	与国外水平基本保持一致	
电控	生产装备	在高端实验、检验、自动化生产设备方面已有大规模应用	高端试验和关键生产设备、检验设备的水平相对落后,基本依赖进口
	整车控制器	技术趋于成熟	小批量试生产,基本依赖进口
	电机控制器 电池 BMS	电气性能参数与国外水平相当,但在封装、集成技术及电磁兼容方面与国外有一定差距 在数据采集精度、SOC 估算精度、热管理及安全管理等方面与国外存在差距	

专项规划》提出的技术路线，坚持“三纵三横”的研发布局，以“纯电驱动”为主要战略取向。顺应全球汽车动力系统电动化技术变革总体趋势，发挥我国的有利条件和比较优势，面向“纯电驱动”实施汽车产业技术转型战略，加快发展“纯电驱动”电动汽车产品。同时，高度重视新一轮科技革命环境下新能源汽车技术与可再生能源、智能电网、智能交通等新型能源和交通系统技术的融合发展。应鼓励以电动汽车技术为核心的技术交叉融合创新。

（三）梳理并培育重点产业链

依据目前新能源汽车发展现状和国际新能源汽车发展趋势，梳理新能源汽车发展的重点产业链，如新材料、电池技术、驱动电机、电控系统、整车企业、充电基础设施、相关智能能源和智能云端企业等。在每个产业链条中，确定一两家核心企业，对其重点培育，发挥龙头引领作用，鼓励产业链的技术创新和商业模式创新。

此外，实现以电动汽车产业为核心的产业融合，例如电动汽车与智能电网的融合、电动汽车与智能交通体系的融合、电动汽车与移动云的融合，在发挥两个行业优势的同时，又为解决本身领域的障碍提供了新的解决思路。

（四）着力推进的重大工程

依据对经济社会产生重大推动作用和影响，服务于国家安全战略和增强国家竞争力的选择原则，围绕突破核心技术、完善应用服务体系等产业链当前关键薄弱环节，提出新能源汽车产业在“十三五”时期拟重点推进的两个重大工程。

1. 新能源汽车技术创新工程

工程目标：新能源汽车整体技术水平达到国际先进水平，全面突破国外企业形成的技术壁垒。具有自主知识产权的新能源汽车技术广泛应用于国内汽车产品，其性能、价格、可靠性等方面得到消费者的综合认可。

主要建设内容：动力电池、车用电机、控制系统产品及装备开发；车联网技术、电动化底盘、轻量化车身及整车集成开发。

实施途径：专项组织机构、逐年滚动立项，以产品产业化为验收依据，加速产品落地。

2. 新能源汽车应用服务工程

工程目标：为新能源汽车市场化运营，提供完

备成熟的应用服务体系，实现消费者购买、使用、售后等各环节的完善服务。产品生产企业、基础设施建设及维护企业、其他投资主体的经济效益水平稳步增长，带动汽车后市场板块工业增加值的显著上升。

主要建设内容：充换电服务体系；金融支撑体系；运营体系、客户服务体系和维修体系；测试评价及产品质量保障体系；动力电池梯级利用和回收管理制度。

实施途径：多元投资、特许经营，实施生产企业质量安全责任制、产品抽检制度等。

（五）鼓足“双引擎”驱动力

“十三五”期间，我国经济发展进入新常态，其中一个重要特征就是要素驱动向创新驱动转型，同时，市场在资源配置中将起决定性作用。在此背景下，新能源汽车产业的培育和发展政策，应该立足“双引擎”：一是提供新能源汽车产业发展所需的相关公共服务，包括技术研发和创新平台、市场培育和推广平台、充电基础设施建设服务等；另一方面，则需重视市场的力量和作用，创造一定宽松的政策环境，服务“互联网+”环境下新能源汽车产业的大众创业和万众创新，鼓励商业模式创新。

五、我国新能源汽车发展的政策建议

（一）创新投入方式，发挥财政杠杆效应，加大研发投入

充分利用财政资金引导力，放大激励作用，精准投入，提高资金使用效益。探索有偿资助方式，全面撬动银行、保险、证券、股权基金等资本市场各种要素资源投向科技创新，全方位营造综合创新生态体系。可成立国家汽车产业创新发展基金，引导社会资本加大对汽车产业技术创新的投入；也可创新研发组织模式，加大对行业知名的有竞争力的新能源汽车产业技术创新联盟的支持力度，引导创新主体之间协同研发。

（二）集中扶持规模化生产，重点培育明星产品

在发展路径的指导下，确定富有创新潜力、具备一定产量规模的整车或零部件企业进行重点培育，发挥其龙头引领作用，以及新能源汽车产业技

术链合纵连横作用，目标是培育出一批明星车型产品。此外，为企业的商业模式创新如 O2O 融合的分时租赁模式等创造良好政策环境，并适度推广应用。

（三）加强基础设施建设的配套政策制定和落实

进一步做好新能源汽车基础设施建设的顶层规划，与新型城镇化建设、智能电网建设、交通枢纽规划、区域经济规划、通信网络、住建城市规划和消防等互相融合。充分利用现有的点、线、面等能源节点，包括支持国家电网、南方电网等传统电力供应企业加大充换电基础设施建设，鼓励中石化、中石油等传统汽车能源供应企业参与充换电基础设施建设。统一标准，创新收益置换，避免因标准不一、利益分割而出现的设施闲置情况，提高充电基础设施的使用率。

（四）多样化消费端激励政策

加强消费端激励政策的多样性，提升税费优惠政策引导性和有效性。侧重消费需求端的激励，落实和创新优惠模式，除直接财政补助、税费减免外，可广泛采用低息贷款、车道使用、停车优惠、充电优惠、牌照优惠、车险折扣、新能源积分管理、绿色税制等方法。尤其可借鉴发达国家的绿色税制，以负激励方式提高传统汽车的使用成本，创造新能源汽车的使用优势。另外，在购置税减免的政策设计时，要以提高新能源汽车的性价比为核心，针对不同车型和不同节能减排程度给予差异化的税费优惠，提高消费者对新能源汽车的接受度。

参考文献

- [1] 欧训民, 张希良, 覃一宁, 等. 制造强国战略研究项目组. 制造强国战略研究综合卷[M]. 北京: 电子工业出版社, 2015.
Ou X M, Zhang X L, Tan Y N, et al. The group of manufacture power strategy research project. The comprehensive volume of manufacture power strategy research [M]. Beijing: Publishing
- House of Electronics Industry, 2015.
- [2] 中国汽车报网. 探索政策合力, 促节能与新能源汽车协调发展 [EB/OL]. (2016-08-03)[2016-08-05]. http://www.cnautonews.com/jrtt/201608/t20160802_483095.htm.
China Auto News Network. Exploring the resultant force of policy, promote energy-efficient and green car development coordination [EB/OL]. (2016-08-03) [2016-08-05]. http://www.cnautonews.com/jrtt/201608/t20160802_483095.htm.
- [3] 欧训民, 张希良, 覃一宁, 等. 未来煤电驱动电动汽车的全生命周期分析[J]. 煤炭学报, 2010, 35(1): 169-172.
Ou X M, Zhang X L, Tan Y N, et al. Life cycle analysis of electric vehicle charged by advanced technologies coal-power in future China [J]. Journal of China Coal Society, 2010, 35(1): 169-172.
- [4] 欧训民, 覃一宁, 常世彦, 等. 未来我国电动汽车能耗和温室气体排放全生命周期分析[J]. 汽车与配件, 2009(13): 40-41.
Ou X M, Tan Y N, Chang S Y, et al. Analysis on future domestic EV energy consumption & life cycle of green discharge [J]. Automobile and Accessories, 2009(13): 40-41.
- [5] 冯超, 徐志强. 中长期私人电动汽车规模化发展常规大气污染物排放研究[J]. 中国能源, 2016, 38(5): 40-44.
Feng C, Xu Z Q. Study on the emissions of conventional air pollutants of long-term scale development of private electric vehicles [J]. Energy of China, 2016, 38(5): 40-44.
- [6] 张永伟, 张娟, 方海峰, 等. 全球新能源汽车政策评估[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
Zhang Y W, Zhang J, Fang H F, et al. The assessment of new energy vehicles worldwide policies [M]. Beijing: China Machine Press, 2016.
- [7] Collantes G, Sperling D. The origin of California's zero emission vehicle mandate [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2008, 42(10): 1302-1313.
- [8] European Commission. Regulation(EU) No 333/2014 of the European Parliament and of the Council of 11 March 2014 amending Regulation (EC) No 443/2009 to define the modalities for reaching the 2020 target to reduce CO₂ emissions from new passenger cars [R]. Europe, 2014.
- [9] Energy and Environmental Economics, I., California Transportation Electrification Assessment Phase 2: Grid impacts [R]. California, 2014.
- [10] 汪中, 袁艳. 浅析新能源汽车的技术现状及发展趋势[J]. 科技与企业, 2013(16): 282.
Wang Z, Yuan Y. Analysis on the current technology situation and the development trend of new energy vehicles [J]. Technology and Enterprise, 2013(16): 282.
- [11] Gallagher K G, Bauer C. Optimizing areal capacities through understanding the limitations of lithium-ion electrodes [J]. Journal of the Electrochemical Society, 2016, 163(2): A138-A149.