



NEW ENERGY VEHICLES:
Roadmap and Policy Research

新能源汽车： 路径与政策研究

唐葆君 著



科学出版社

新能源汽车：路径与政策研究

New Energy Vehicles: Roadmap and Policy Research

唐葆君 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

进入 21 世纪,全球能源和环境系统面临巨大的挑战,汽车作为石油消耗和二氧化碳排放的大户,需要进行革命性的变革。目前,发展新能源汽车在全球已经形成共识,我国更是将其列入七大战略性新兴产业之中,新能源汽车的发展有望肩负起我国“汽车工业”弯道超车的历史使命。因此,研究新能源汽车的发展路径及政策已经成为国内外学术界关注的焦点。本书以我国新能源汽车发展的技术路径为主线,对国内外新能源汽车产业发展政策、产业布局、技术创新、商业模式、政策激励及节能减排效应进行分析,系统地研究目前国内外新能源汽车的发展现状、政策效果和发展路径,并针对北京这一特大城市进行案例分析,提出适应我国新能源汽车发展的技术路径和政策建议。

本书可供从事新能源电动汽车产业、城市低碳发展路径、应用经济、管理科学、环境与资源科学等方面研究的技术人员、管理人员、科研工作者阅读和参考,也可作为高等学校相关专业的研究生、本科生和教师的参考教材,有重要的科学意义和广泛应用价值。

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车:路径与政策研究=New Energy Vehicles: Roadmap and Policy Research/唐葆君著. —北京:科学出版社,2015. 1

ISBN 978-7-03-042721-2

I. ①新… II. ①唐… III. ①新能源-汽车工业-经济政策-研究-中国
IV. ①F426. 471

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 292470 号

责任编辑:耿建业 陈构洪 郝悦 / 责任校对:郭瑞芝

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷科技有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015 年 1 月第一次印刷 印张:12 3/4

字数:245 000

定价:78.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

2013 年我国的汽车保有量已达到 1.37 亿辆,未来基于汽车消费市场的不断扩大,据预计,2020 年我国汽车保有量将在 2013 年的基础上翻一番,达到 2.7 亿辆。然而,我国的能源结构以煤炭为主,2003 年以来,煤炭产量一直占能源生产总量的 76%左右。石油对外依存度逐年攀升,2013 年已经达到 58.1%。面对提高人们生产生活水平与能源消费、能源安全及环境污染之间的多重矛盾,实现汽车动力系统的新能源化、推动传统汽车产业向新能源汽车的战略转型,对于促进能源利用效率提高、能源结构优化、应对能源安全和气候变化都具有重大的现实意义。

我国政府高度重视新能源汽车的发展,早在“八五”期间就启动了新能源汽车的研究和开发工作。2006 年,在国家节能减排的宏观政策指导下,科学技术部在“十一五”期间启动了“863”计划新能源汽车重大项目。在新能源汽车重大项目的不断推动下,我国建立起了电动汽车“三纵三横”(燃料电池汽车、混合动力汽车、纯电动车三种整车技术为“三纵”,多能源动力总成系统、驱动电机、动力电池三种关键技术为“三横”)的研发布局。2009 年国家正式公布《汽车产业调整和振兴规划》,将新能源汽车确立为战略性新兴产业。2012 年国务院颁布《节能与新能源汽车发展规划(2012—2020 年)》,提出到 2015 年,纯电动汽车和插电式混合动力汽车累计产销量力争达到 50 万辆;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,燃料电池汽车、车用氢能源产业与国际同步发展。

目前,我国新能源汽车产业初具市场规模,2012 年我国新能源汽车生产 12 552 辆,其中纯电动汽车 11 241 辆、插电式混合动力汽车 1311 辆。新能源汽车技术和标准得到了长足的发展,在电动汽车整车技术方面,已建立具有自主知识产权且适应于我国公共交通和私人用车市场特色的混合动力、纯电动、燃料电池动力系统技术平台;在电池、电机和控制系统方面,我国在车用镍氢和锂离子电池、车用燃料电池、车用电机等关键零部件等领域取得了突破性进展,已接近国际先进水平;在技术标准和检测能力方面,我国现已颁布的电动汽车相关国标和行标有 56 项,正在研究和制定的有 59 项,可基本满足电动汽车科研、试验和产业发展的需要。

本书从国内外新能源汽车产业比较分析入手,针对我国新能源汽车产业发展形势、技术创新、基础设施建设商业模式、政策效果及节能减排效应等重点和热点

问题,开展了系统、全面、规范的研究。同时,以北京市为例,对其低碳交通发展及新能源汽车经济性开展了实证分析,以期为国家相关部门提供决策参考和信息支持。本书关注和研究的主要问题如下。

1. 我国新能源汽车产业发展形势

我国政府高度重视新能源汽车的研发工作,自“八五”以来,出台了一系列宏观政策、技术标准,重点扶持了一批相关项目。新能源汽车产业发展迅速,市场规模有所扩大;同时,动力电池性能、配套基础设施建设等则需进一步完善。随着“十城千辆”工程的实施以及中央和地方相关部门的积极推动,新能源汽车产业已在多个省市展开布局。经过多年努力,我国在新能源汽车电池、电机和电控等关键技术方面取得了较大突破。模块化电动汽车及 V2G 技术等是新能源汽车未来发展的方向。

2. 新能源汽车产业技术创新

技术创新体现新能源汽车的核心竞争力。通过数据包络分析(data envelopment analysis, DEA),研究结果显示浙江和广东两省在新能源汽车行业总体的技术创新效率较高,其他 15 个样本省份的技术创新效率较低。要想在未来的新能源汽车行业竞争中占据有利地位,应当提升自主研发能力,逐步完善技术创新流程,对技术创新管理体制提出更新、更高的要求,包括理念创新、内容创新、方法创新、机制创新等。结合未来技术创新发展趋势,进一步提升技术创新能力的任务仍然十分艰巨。

3. 新能源汽车基础设施建设商业模式

我国政府及企业都十分重视新能源汽车配套基础设施的建设和推广,北京、上海等 25 个试点城市在政策的支持下,出台了相应的细则,不断完善配套基础设施。通过访谈和调研,采用因子分析方法对我国新能源汽车配套基础设施建设商业模式开展需求侧研究,采用情景分析方法对供给侧进行分析,提出了三种充电商业模式相辅相成、公用充电站起到示范作用、分散式充电桩慢充将成为主流、换电模式短期内难以普及等政策建议。

4. 新能源汽车政策效果及其影响分析

欧、美、日等国家(地区)都出台了相应的税收优惠、补贴奖励等产业支持政策。新能源汽车产业是战略型新兴产业之一,我国政府也积极出台了相关政策,推动其发展。运用多元线性回归模型展开研究,结果显示:激励政策对混合动力汽车销售

有一定的积极作用;直接影响消费者收入的激励政策会更有效;消费者对原油价格不敏感。建议引入分等级退税制、分阶段支持制、因地制宜制等制度来引导新能源汽车的消费。

5. 我国新能源汽车节能减排效应研究

新能源汽车能够直接降低使用周期内的二氧化碳以及其他污染物的排放,有效缓解目前城市空气污染问题。本书基于油井到车轮(well to wheel, WTW)分析方法综合考虑发电综合效率、能耗对比、排放对比,提出多因素车用燃料生命周期分析法。对新能源汽车与燃油汽车节能减排效应、节能减排影响因素做了比较分析。提出了发展新能源产业、制定碳排放标准、制定相应的新能源汽车发展路径,最大限度地实现节能减排的政策建议。

6. 北京市低碳交通发展及新能源汽车经济性实证研究

以北京市为例,对北京市客运交通碳排放进行测算,结果显示私家车出行带来的碳排放量所占比重最高。同时,对影响北京市 2015 年客运交通碳排放量的各因素进行分析,采用了情景分析方法,对北京市 2015 年客运交通碳排放量进行了预测。另外,对北京市电动公交车发展的经济性、环境效应开展了分析。大力推广新能源汽车可以促进北京市低碳交通的发展。未来 10 年,在北京公交领域大力推广纯电动、混合动力公交车,不仅具有较强的经济效应,而且具有较好的环境保护效应。提出了进一步完善交通基础设施建设、利用经济和行政手段合理引导私家车的使用、鼓励新能源汽车核心技术研发、加大新能源汽车财税补贴力度的减排建议。

本书围绕上述问题展开,采用定性和定量研究相结合、实证分析与情景分析并重的研究方法。期望本书的出版,能达到与新能源汽车研究领域的同行交流的目的,也能为政府、生产企业、行业协会、消费者等相关方提供一定参考。

本书由唐葆君负责总体设计、策划、组织和统稿。其中,第 1 章由唐葆君、杨伟玉、申程、公丕芹完成;第 2 章由唐葆君、陶权、公丕芹完成;第 3 章由唐葆君、赵一璠、沈丹进完成;第 4 章由唐葆君、郑茜、刘江鹏、王傲东完成;第 5 章由唐葆君、李银玲、吴晓凤、郑茜完成;第 6 章由唐葆君、刘江鹏完成;第 7 章由唐葆君、沈丹进、刘江鹏完成。胡玉杰、周慧玲、周保进、刘晓丽也参与了本书的讨论和繁重的校对工作。

本书付梓,得到了国家自然科学基金资助项目(71273031)和北京市自然科学基金项目(9152014)的支持。北京理工大学能源与环境政策研究中心(CEEP-BIT)的团队成员曾以不同形式给予我们大力支持。更幸运的是,我们还得到中心

主任魏一鸣教授的鼓励、指导和斧正,在此对他的支持和无私帮助表示衷心感谢和崇高的敬意!本书是北京理工大学能源与环境政策研究中心集体智慧的结晶。

限于我们的知识范围和学术水平,书中难免存在诸多不足,恳请读者批评、指正!

目 录

前言

第 1 章 国内外新能源汽车产业对比研究	1
1.1 新能源汽车产业背景及分类	1
1.1.1 新能源汽车的发展背景	1
1.1.2 新能源汽车的分类	4
1.2 国内外新能源汽车产业发展路径	10
1.2.1 国外新能源汽车产业的发展路径	11
1.2.2 国内新能源汽车产业的发展路径	12
1.3 新能源汽车产业的商业模式	15
1.3.1 新能源汽车产业发展的传统商业模式	15
1.3.2 特斯拉商业模式	16
1.4 国内外新能源汽车产业政策比较	18
1.4.1 国外新能源汽车产业政策	18
1.4.2 国内新能源汽车产业政策	21
1.4.3 政策比较	22
第 2 章 我国新能源汽车产业发展形势	24
2.1 我国新能源汽车产业发展概况	24
2.1.1 我国新能源汽车产业市场规模	26
2.1.2 我国新能源汽车产业发展不足	33
2.2 我国新能源汽车产业布局	34
2.2.1 “十城千辆”工程	35
2.2.2 产业布局推广	36
2.2.3 产业布局集群	37
2.3 我国新能源汽车产业核心技术	40
2.3.1 我国新能源汽车电池相关技术	41
2.3.2 我国新能源汽车电机相关技术	45
2.3.3 我国新能源汽车电控相关技术	46
2.3.4 我国新能源汽车产业技术发展成果	47
2.4 我国新能源汽车产业发展趋势	50
2.4.1 发展领域	51

2.4.2 发展方向·····	55
2.5 本章小结·····	56
第3章 新能源汽车产业技术创新 ·····	57
3.1 技术创新·····	57
3.1.1 技术创新的含义和基本特征·····	57
3.1.2 技术创新对产业发展的贡献·····	58
3.1.3 影响技术创新能力的主要因素·····	58
3.2 中外新能源汽车产业技术创新比较分析·····	60
3.2.1 中外新能源汽车产业技术创新区域分布特征·····	60
3.2.2 中外新能源汽车科研成果转化状况比较·····	65
3.3 我国新能源汽车产业的技术创新管理·····	72
3.3.1 新能源汽车技术创新管理现状·····	72
3.3.2 完善新能源汽车技术创新管理对策·····	76
3.4 我国新能源汽车产业技术创新成效及趋势·····	77
3.4.1 技术创新成效分析·····	77
3.4.2 我国新能源汽车产业技术创新演进趋势·····	79
3.5 本章小结·····	80
第4章 新能源汽车基础设施建设商业模式 ·····	81
4.1 国外新能源汽车配套基础设施建设商业模式·····	81
4.2 国内新能源汽车配套基础设施建设商业模式·····	82
4.2.1 国内新能源汽车板块上市公司概况·····	83
4.2.2 试点城市新能源汽车配套基础设施建设商业模式·····	85
4.3 我国新能源汽车配套基础设施建设布局原则·····	87
4.3.1 配套基础设施建设类型分析·····	88
4.3.2 配套基础设施建设投资主体分析·····	89
4.3.3 配套基础设施布局分析·····	90
4.4 新能源汽车配套基础设施商业模式实证研究·····	91
4.4.1 中国新能源汽车配套基础设施建设商业模式需求侧研究·····	92
4.4.2 中国新能源汽车配套基础设施建设商业模式供给侧研究·····	101
4.4.3 政策建议·····	109
4.5 本章小结·····	110
第5章 新能源汽车政策效果及其影响分析 ·····	111
5.1 国内外新能源汽车产业发展的政策现状·····	111
5.1.1 国外促进新能源汽车产业发展政策·····	111
5.1.2 我国促进新能源汽车产业发展的激励政策·····	115

5.2 我国促进新能源汽车产业发展的财税政策	121
5.2.1 财税推动我国新能源汽车产业发展的理论分析	121
5.2.2 促进我国新能源汽车产业发展的财政支出政策分析	124
5.2.3 促进我国新能源汽车产业发展的税收政策分析	125
5.2.4 我国促进新能源汽车产业的政策存在的问题	130
5.3 激励政策效果实证分析	132
5.3.1 建立混合动力汽车销售量模型	132
5.3.2 多元线性回归模型分析	132
5.3.3 数据处理及结果分析	133
5.3.4 政策建议	135
5.4 本章小结	139
第6章 我国新能源汽车节能减排效应分析	141
6.1 新能源汽车节能减排测算方法	141
6.1.1 传统车用燃料生命周期分析法	141
6.1.2 多因素车用燃料生命周期分析法	143
6.2 新能源汽车与燃油汽车节能减排效应比较分析	144
6.2.1 能源发电效率的测算	144
6.2.2 新能源汽车与燃油汽车的能耗对比分析	146
6.3 新能源汽车节能减排的影响因素分析	149
6.3.1 发电能源结构	150
6.3.2 汽车类型	151
6.4 政策建议	152
6.4.1 发展新能源产业,改善发电能源结构	152
6.4.2 制定相应的新能源汽车发展路径,最大限度地实现节能减排	153
6.5 本章小结	153
第7章 案例分析——基于北京市低碳交通发展及新能源汽车经济性 实证分析	154
7.1 北京市交通发展现状及交通低碳发展存在的问题	154
7.1.1 交通基础设施建设状况	154
7.1.2 传统机动车和电动汽车的使用状况	159
7.1.3 居民出行方式	162
7.1.4 北京市低碳交通发展存在的问题	164
7.2 北京市客运交通碳排放研究	165
7.2.1 北京市客运交通碳排放的测算	165
7.2.2 各种客运交通方式碳排放量的比较	167

7.2.3 未来北京市交通碳排放预测及分析	170
7.3 北京市新能源汽车经济 and 环境影响分析	172
7.3.1 北京市公交车发展的现状	172
7.3.2 北京市新能源公交车发展的经济性分析	175
7.3.3 北京市新能源公交车发展的环境效应分析	183
7.4 政策建议	186
7.4.1 进一步完善交通基础设施建设	186
7.4.2 利用经济和行政手段合理引导私家车的使用	187
7.4.3 鼓励新能源汽车核心技术研发	188
7.4.4 加大新能源汽车财税补贴力度,开拓市场	189
7.5 本章小结	191
参考文献	192

第 1 章 国内外新能源汽车产业对比研究

1.1 新能源汽车产业背景及分类

1.1.1 新能源汽车的发展背景

第二次工业革命后,世界进入蒸汽时代。汽车的诞生,极大改变了人们对于空间和地域的认识,人们的活动和目光不仅着眼于一个州,而是扩大至一个国家、一个大陆,甚至整个世界。毫无疑问,汽车行业的诞生发挥了不可替代的作用,其发展与改革也已经成为决定国民经济发展的关键因素之一。然而,汽车产业的高速发展也带来了不可忽视的资源 and 环境问题。由此而产生的稀缺资源问题,是最近几年一些国家和地区动荡和冲突产生的最重要原因。而由此产生的环境问题则更严重,大气污染、气候变化、能源安全等全球性问题使人类面临前所未有的严峻挑战。目前,我国石油消费总量连年增加,石油资源的有限性和持续增长的石油对外依存度,成为我国经济持续快速发展的瓶颈,也降低了我国在处理许多国际问题时的筹码。1993 年,我国开始成为原油净进口国,原油对外依存度为 6%。随着中国经济发展速度不断加快,石油等能源的对外依存度也不断提高。2011 年上半年,我国原油对外依存度连年打破历史纪录后,首次超过美国,高达 55.2%。国家发展与改革委员会报告显示,2012 年我国生产原油 20 748 万吨,同比增长 1.9%,进口原油 27 109 万吨,同比增长 7.3%,出口 244 万吨,同比减少 3.5%,原油表观消费量 47 613 万吨,同比增长 4.9%,对外依存度为 56.4%。2013 年我国累计生产原油 20 812.9 万吨,与前年相比基本持稳,原油进口延续稳步增长,进口量突破 28 000 万吨至 28 195 万吨,同比增长 4.03%,原油表观消费量升至 48 845.9 万吨,原油对外依存度达到 57.39%。图 1-1 是我国原油进口量统计图。

同时,我国已超越美国成为二氧化碳第一排放大国,气候变化与环境污染问题将逐渐成为外交谈判的沉重负担,严重影响中国负责任大国的形象。美国能源部二氧化碳信息分析中心(Carbon Dioxide Information Analysis Center,CDICA)为联合国收集的数据显示,2008 年我国的二氧化碳排放量为 7 031 916 千吨,占全球总数的 23.33%,2009 年我国的二氧化碳排放量为 7 463 289 千吨,2010 年我国的碳排放量为 8 240 958 千吨,一直稳居世界第一。图 1-2 显示的是 1980~2009 年我国的二氧化碳排放量。

与我国的二氧化碳排放量一同增加的是交通运输设备拥有量(图 1-3)以及生

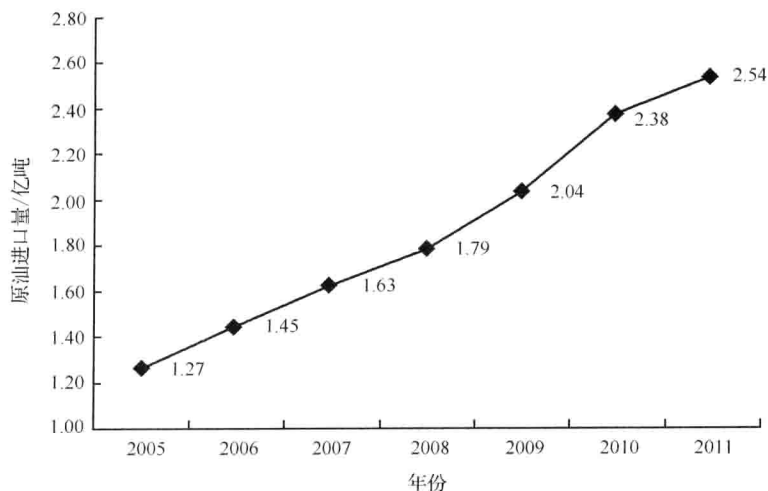


图 1-1 原油进口量统计图

资料来源:《中国统计年鉴 2012》(国家统计局, 2012)

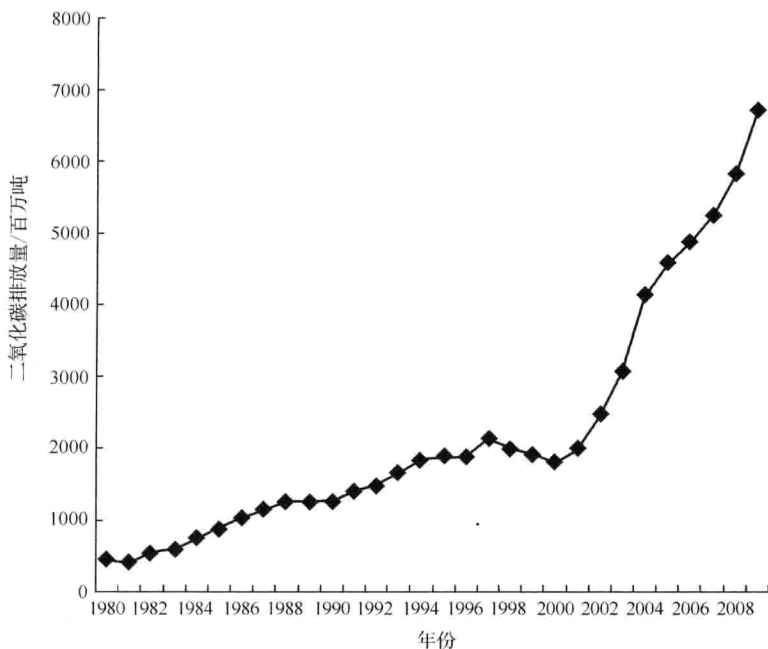


图 1-2 1980~2009 年我国的二氧化碳排放量统计数据

资料来源:根据美国能源信息部网站有关资料整理得到

活用汽油消耗量(图 1-4)。由此可以看出:自 2005 年,交通运输设备对原油需求及对二氧化碳排放的贡献已经大幅增加,而且将进一步增加。同时,中国社会科学院

报告显示,我国 1/3 的大中城市空气质量差。2013 年,我国空气质量相对较差的前 10 位城市分别是邢台、石家庄、邯郸、唐山、保定、济南、衡水、西安、廊坊和郑州,其中有 4 个省会城市。另外,我国 2/3 的城市交通高峰时段严重拥堵,但城市汽车保有量仍然有增无减。至 2013 年年底,全国机动车数量已经突破 2.5 亿辆,这将导致城市拥堵和空气污染短期内继续加剧。

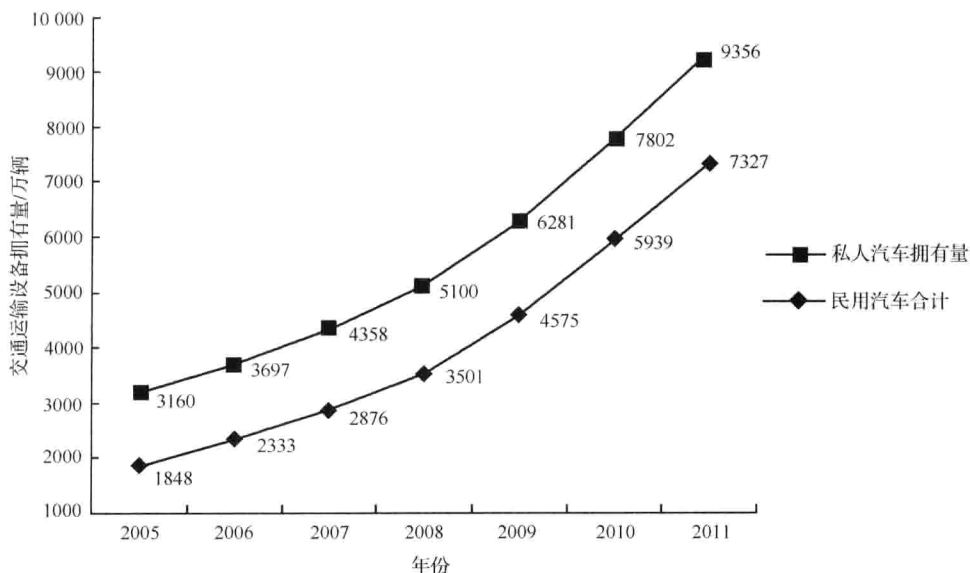


图 1-3 交通运输设备拥有量

资料来源:《中国统计年鉴 2012》(国家统计局,2012)

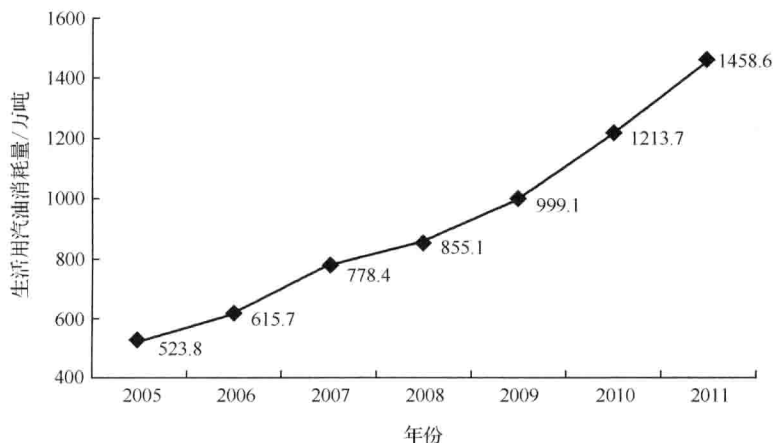


图 1-4 生活用汽油消耗量

资料来源:《中国统计年鉴 2012》(国家统计局,2012)

面对种种节能、减排、环保的压力,实现汽车动力系统的新能源化,推动传统汽车产业的战略转型,这在国际上已经形成广泛共识。在这种形势下,美国、日本、欧洲等发达国家和地区,不约而同地将新能源为代表的低碳产业作为国家的战略选择,希望通过新能源产业与传统汽车产业的结合,解除汽车工业能源环境制约,培育新型战略性产业,提升产业核心竞争力,发展低碳经济,实现新一轮经济的增长(唐葆君等,2012)。具有高效和环保优势的新能源汽车的产生,加快了传统汽车行业的转型。日本、美国、欧洲等发达国家和地区为了抢占这个新兴市场的制高点,对新能源汽车技术研发高度重视,从汽车技术创新和产业升级的战略出发,制定并颁布了众多优惠措施。

与传统内燃机汽车相比,新能源汽车利用清洁能源,具有更高的能源利用效率及二氧化碳减排的潜力,已成为交通行业实现低碳的关键技术之一。因此,在我国,新能源汽车的发展有利于减少我国城市污染及二氧化碳排放,降低日益增长的原油依赖度。虽然我国新能源汽车产业还处于起步阶段,但考虑到未来我国能源结构调整及新能源汽车市场占有率的不断提高,新能源汽车将能发挥更大的节能、减排作用。

1.1.2 新能源汽车的分类

根据工业和信息化部2009年颁布的《新能源汽车生产企业及产品准入管理规则》,新能源汽车是指采用非常规的车用燃料作为动力来源(或使用常规的车用燃料、采用新型车载动力装置),综合车辆的动力控制和驱动方面的先进技术,形成的技术原理先进,具有新技术、新结构的汽车,并规定新能源汽车包括混合动力汽车、纯电动汽车(包括太阳能汽车)、燃料电池电动汽车、氢发动机汽车、其他新能源(如高效储能器、二甲醚)汽车等各类别产品。

2012年3月6日,财政部、国家税务总局、工业和信息化部发布了《关于节约能源、使用新能源车船车船税政策的通知》,规定新能源汽车的认定标准为:①获得许可在中国境内销售的纯电动汽车、插电式混合动力汽车、燃料电池汽车,包括乘用车、商用车和其他车辆。②动力电池不包括铅酸电池。③插电式混合动力汽车最大电功率比大于30%;插电式混合动力乘用车综合燃料消耗量(不含电能转化的燃料消耗量)与现行的常规燃料消耗量标准中对应目标值相比应小于60%;插电式混合动力商用车(含轻型、重型商用车)综合工况燃料消耗量(不含电能转化的燃料消耗量)与同类车型相比应小于60%。④通过新能源汽车专项检测,符合新能源汽车标准要求。

本书依照国际惯例并参考以上规定,将新能源电动汽车划分为混合动力汽车、燃料电池汽车和纯电动汽车,并将在以下各章中探讨这三类汽车。

1. 混合动力汽车

混合动力汽车是将电力驱动与内燃机动力驱动结合起来,充分发挥两者各自的优势及两者相结合产生的新优势。根据国际能源组织(International Energy Agency, IEA)的定义和能量与功率传送路线,具有如下特点的车辆称为混合动力车辆(陈全世, 2011)。

(1) 传送到车轮推进车辆运动的能量,至少来自两种不同的能量转换装置(如内燃机、电动机、液压电机、燃料电池等)。

(2) 这些能量转换装置至少要从两种不同的能量储存装置(如燃油箱、蓄电池、飞轮、超级电容、高压储氢罐等)吸取能量。

(3) 从储能装置流向车轮的这些通道,至少有一条是可逆的。

混合动力汽车按照动力来划分,可分为油电混合动力汽车、柴电混合动力汽车、多重燃料混合动力汽车、液压或压缩空气混合动力汽车、插电式混合动力汽车。

油电混合动力汽车(hybrid electric vehicle, HEV)是目前最为普遍的混合动力汽车。它的动力来源于电动机和内燃机,内燃机采用传统燃料即汽油,同时配备电动机和蓄电池来改善燃油消耗和低速动力输出。

柴电混合动力汽车的动力与油电混合动力汽车类似,其动力也来源于电动机与内燃机。不过汽油引擎较低,低转速时扭力差。所以在大型运输工具,柴电混合动力汽车的燃料由汽油改成柴油,可以省下庞大笨重又昂贵的变速机构。

多重燃料混合动力汽车,这种混合动力汽车的动力来源是两种以上使用不同燃料的引擎,其中一种是主要动力来源,其他则作为备用动力。值得指出的是,这些引擎中的一种可以使用多种燃料,如汽油、甲醇、乙醇、氨等。只有那些主要引擎中使用的主要燃料是新能源汽车才可以称得上是多重燃料混合动力汽车。

液压或压缩空气混合动力汽车,主要基于法国 PSA 集团于 2013 年 1 月提出的新式混合动力系统。这套系统中压缩空气储存系统与液压马达可取代电池和电动马达,以空气来取代电力,称为空气混合动力系统(hybrid air)。其运作概念与油电混合动力汽车相似,其动力来源有三种:空气驱动(air power)、引擎驱动(gasoline power)及混合模式(combine power)。

插电式混合动力汽车是指可以使用普通电源插座(如 220 伏电源)对车载动力蓄电池充电的混合动力汽车。其电池容量比纯电动汽车小,但比普通的油电混合动力车大。一般的插电式混合动力汽车的续航里程只有二三十公里,这种车型主要是针对上班族设计的,因为多数上班族通勤的行驶里程在十几公里以内。同时,在行驶路程较远的情况下,这种车型也可以使用内燃机提供能量。此外,插电式混合动力汽车的动力来源经常与燃料电池汽车的动力来源结合使用。近年部分新出的混合动力车型,如表 1-1 所示。

表 1-1 部分混合动力车型配置参数

车型	发布时间	动力类型	动力参数	最高时速
compressed air car	2002 年	压缩空气,汽油、 柴油等混合	压缩空气发动机	—
			压缩空气罐最高可承受 30 兆帕的压力	
比亚迪 F3DM	2008 年	油电混合动力	汽油发动机,最大为 50 千瓦	150 公里/时
			电动机,最大功率为 50 千瓦	
Toyota PriusZVW30	2009 年	—	电池,总电量为 201.6 伏	—
			汽油发动机,功率为 73 千瓦	
			电动机,功率为 60 千瓦	
标致 508 Hybrid4	2010 年	—	柴油发动机,功率为 120 千瓦	—
			电动机,功率为 28 千瓦	
广汽丰田 凯美瑞尊瑞	2012 年	强混合动力	汽油发动机,最大为 117.6 千瓦	200 公里/时
			电动机,最大功率为 105 千瓦	
			电池为镍氢电池	
雷克萨斯 CT200h	2013 年	强油电 混合动力	汽油发动机:最大为 72.8 千瓦	180 公里/时
			电动机,最大功率为 60 千瓦	
上海通用 别克君越	2013 年	弱油电 混合动力	汽油发动机,最大为 136.7 千瓦	180 公里/时
			电动机,最大功率为 15.3 千瓦	
			电池为锂离子电池	
东风本田思域	2013 年	中油电混合动力	发动机,最大为 103.6 千瓦	199 公里/时

资料来源:根据中国汽车工业协会、新能源汽车网等整理得到

2. 燃料电池汽车

燃料电池汽车是基于燃料电池电动系统(fuel cell electric vehicle, FCEV)的设计。燃料电池汽车的动力来源于燃料电池与电动机,燃料电池可以直接发电,为电动机供电。燃料电池汽车的工作原理是通过燃料电池产生电能,从而启动电动机,进而驱动汽车行驶。

其中燃料电池是一种高效、环境友好的发电装置,它可以直接将储存在燃料与氧化剂中的化学能转化为电能。燃料电池主要以氢气、甲醇等新能源为燃料,通过化学反应产生电流。燃料电池的化学反应过程不会产生有害产物,因此燃料电池车辆是无污染汽车。燃料电池的能量转换效率比内燃机要高 2~3 倍,因此从能源利用和环境保护方面看,燃料电池技术是内燃机技术最好的替代物,燃料电池汽车代表了汽车未来的发展方向。

目前,氢是燃料电池的唯一燃料,称为氢燃料电池汽车(fuel cell vehicle-