

美国电动汽车的发展现状及目标

任洪涛

(中国工程院, 北京 100863)

摘 要: 美国总统奥巴马在2011年国情咨文中提出了在2015年前让100万辆电动汽车上路的电动汽车发展目标。就实现这一目标而言, 电动汽车技术、产能方面可能并不是其主要制约因素, 而政府的激励政策才是影响电动汽车大规模普及的重要推动力。在市场方面, 早期消费者的使用体验、基础设施和石油价格等因素, 将对消费者的购买积极性产生重要影响。

关键词: 美国; 电动汽车; 能源创新中心; 经济刺激法案

中图分类号: U469.72 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2011.05.008

美国总统奥巴马在2011年国情咨文中, 重申了在其就任不久即提出的美国电动汽车的近期发展目标——在2015年前让100万辆电动汽车上路。该目标中提到的电动汽车概念, 指的是插电式混合动力汽车(PHEV)和纯电动汽车(EV)。美国能源和科技界认为, 这是大幅度减少石油依赖, 确保美国在新兴的电动汽车制造业上保持领导地位的重要里程碑。那么, 美国目前的电动汽车发展现状如何? 该目标是否能够顺利实现? 美国能源部认为, 一方面, 该目标非常具有挑战性; 另一方面, 美国目前在技术和产业基础上已经有一定的储备, 经过一番努力, 这一目标是可及的。向这个目标迈进的过程, 将涉及电动汽车科技研发、市场培育、产业发展、政策、投资、示范和消费者需求等一系列要素。为此, 美国拟在今后5年内推出一系列举措促进这些要素的综合发展。

一、美国电动汽车技术现状

在美国能源部的领导下, 美国科技界一直在致力于电动汽车电池技术、电力电子、电机以及电驱动系统等领域的研发。近两年来, 通过能源部汽车技术项目, 能源部已投入24亿美元支持新型电池和电力驱动组件的研发、制造和电动汽车示范。能

源部科学办公室通过2009年组建的能源前沿研究中心(EFRC), 支持电动汽车相关的能源和材料基础科学研究; 从事应用研究项目研发的能源先进研究计划署(ARPA-E)正在实施“改变游戏规则”的革命性能源存储技术开发; 2011年, 能源部还将新组建一个能源创新中心(Energy Innovation Hub), 致力于高性能车用电池和电力存储技术的集成创新。

作为决定电动汽车性能和价格的核心组件, 电池技术目前已经取得了长足的进展。在20世纪90年代, 通用汽车公司研发的EV-1铅酸电池续航里程为80~140英里(1英里=1.609公里), 但其能量密度低, 仅可用于两座汽车, 且电池寿命短, 充电时间长。相比而言, 今天在通用汽车第一代量产的插电式混合动力汽车——雪弗莱 Volt 五座电动车上使用的锂离子电池, 寿命大大延长, 充电时间大幅缩短, 重量比上述EV-1电池减轻70%。

在汽车制造商目前采用的锂离子电池中, 均需将相当一部分容量作为冗余容量(防止过充或过放, 但不产生功率), 以保证电池寿命达到10年的目标。随着电池性能的进步以及在实际行驶环境中的验证, 研发人员和厂商对电池寿命的信心正不断增强, 因此冗余容量可望降低, 从而使电池成本降低。通用汽车最近宣布雪弗莱 Volt 将能够使用电池

作者简介: 任洪涛(1971-), 男, 中国工程院国际合作局 高级工程师; 研究方向: 科技计划管理、科技政策。

收稿日期: 2011年3月21日

65%的总容量来驱动车辆,而非以往的 50%^①。

下一代锂离子电池技术将有望采用更先进的电极,从而大幅增加能量密度并降低成本。2011 年 1 月 6 日,通用汽车公司和 LG 化学公司分别和美国能源部下属的阿贡国家实验室达成先进电池材料许可协议,阿贡授权其拥有专利权的复合电极材料用于生产通用雪弗莱 Volt 的电池芯,并助力通用汽车下一代车用先进锂电池研发。阿贡实验室的复合电极材料采用独特的富锂和富锰混合金属氧化物以及新颖的材料设计方法,能够延长充电间隔时间、增加电池使用寿命、并提高锂离子单元的内在安全性。这种复合材料还具有高稳定性,因而可以采用更高的电压充电(意味着充电时间的缩短)。与目前市场上的电池相比,这一复合材料大幅提高了储能容量,比常规电极材料高 50%~100%,且体积更小、重量更轻。LG 化学公司作为电池供应商,获得美国经济刺激计划拨款 3 亿美元在密歇根州建设新厂,利用该技术生产雪弗莱 Volt 上采用的锂离子聚合物电池。

在“2009 美国经济恢复与再投资法案”(以下简称“经济刺激法案”)的支持下,美国能源部和产业界已经投入 30 多亿美元用于电池制造设施的建设,将会对降低电池成本起到进一步推动作用。据估算^②,将一个电池工厂的产能从年产 1 万套提高到 10 万套,可直接降低电池成本 30%~40%。随着生产技术提高、规模经济扩大、材料成本降低和设计技术的进步,电池成本有望进一步降低。能源部的近期目标是在 2008 年的 1200 美元/千瓦时基础上,到 2014 年前将成本降至 300 美元/千瓦时^③。

二、电动汽车市场预期

2010 年,美国经济有从衰退中逐渐复苏的迹象。作为这种复苏的一个表象,美国轻型汽车销量从 2009 年的不足 1000 万辆反弹至 2010 年的约 1200 万辆。历史上看,从 2005~2008 年,美国轻型客

车年销量在 1500 万~1600 万辆区间内浮动。非插电式常规混合动力汽车(HEV)已经在美国销售了 10 年,过去 6 年售出的 HEV 总量超过 160 万辆。目前 HEV 的销量还在增长,约占轻型汽车总销量的 3%。根据 2010 年美国轻型汽车市场销售总量 1200 万辆计算,在今后 5 年,电动汽车(不含 HEV)仅需占年销量的 1.7%,便可达到 2015 年 100 万辆的目标。

2009 年 3 月,美国交通部和环保署通过国家高速公路交通安全局提出了车企平均燃油经济性(CAFE)新标准,要求汽车厂商在 2012~2016 年间,将轻型汽车燃油经济性每年提高 5%,到 2016 年达到 35.5 英里/加仑^④,并正在考虑在 2016 年后进一步提高该标准。这些新标准将会刺激电动汽车市场的进一步扩张。

消费者需求方面,除追求时尚和新技术的一小批个人之外,集团客户有可能成为电动汽车早期消费者的主要群体。波士顿咨询集团最近的一份报告称,在当前刺激政策和油价水平下,购买电动汽车在全生命周期的成本方面将会占优势^⑤。这在拥有大量电动汽车的集团客户身上表现得可能更加显著。通用电气公司已经宣布要在 2015 年前购置 2.5 万辆电动汽车。虽然电动汽车初期投资较高,但性能上也具备一些优势。除了具有低噪声、高扭矩、加速性好等优点外,由于驱动系统的特殊性,可设计成常规汽车无法适用的款式和个性化配置,这对一些消费者也颇具吸引力。下一步尚需通过示范和技术设施的配套,进一步树立消费者的信心,消除其对新技术不确定性的顾虑。此外,对石油价格的预期也是决定消费者是否购买电动汽车的重要因素。

三、电动汽车产业发展

过去几年来,随着美国汽车厂商陆续开始推出新一代电动汽车,产业界对电动汽车的兴趣与日俱增。例如,2010 年通用汽车公司向美国市场推出了雪弗莱 Volt 插电式增程电动汽车。Volt 可在仅使用

① <http://gm-volt.com/2010/10/26/chevrolet-volt-will-utilize-10-4-kwh-of-battery-to-achieve-ev-range>

② Santini et al. "Modeling of Manufacturing Costs of Lithium-Ion Batteries for HEVs, PHEVs and EVs" Proceedings of the 25th Electric Vehicle Symposium, 2010

③ U.S. Department of Energy. Vehicle Technologies Program: Goals, Strategies, and Top Accomplishments. December 2010

④ <http://www.dot.gov/affairs/2009/dot14109.htm>

⑤ The Boston Consulting Group. Batteries for Electric Vehicles: Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020. 2010

锂电池驱动的情况下行驶 40 英里,之后需启动小型汽油引擎为锂离子电池组充电来驱动汽车,可再续驶 375 英里。在仅使用引擎充电驱动汽车时,油耗指标约为每加仑行驶 50 英里^①。通用宣布计划分别于 2011 年和 2012 年生产 1.5 万辆和 4.5 万辆 Volt。根据最新的报道,通用正在计划进一步扩充其产能,可望实现 2012 年产 12 万辆。此外,2010 年底,尼桑推出了 Leaf 纯电动车,用锂电池作为唯一动力来源,可续航 100 英里。目前各汽车厂商已经宣布了电动汽车产能,表 1 列出了今后 5 年计划进入美国市场的电动汽车数量^②。

在电动汽车的核心部件——驱动电池的生产方面,2009 年,全美仅有两家企业生产先进电动汽车所需的先进动力电池,其产量不足全世界份额的 2%。在经济刺激法案和随后的政策措施支持下,到 2015 年,美国计划实现足够装备 50 万辆电动汽车的电池产能,占全世界 40% 的份额,并可望在今后几年将电池和组件成本降低 50%。

四、促进电动汽车发展的有关政策措施

近年来,美国联邦和州政府推出了一系列政策

措施,鼓励投资电动汽车生产设施、促进技术示范、引导消费需求。在经济刺激法案中,包含了若干支持先进技术汽车的条款,包括为购买插电式电动汽车给予抵税优惠;拨款支持先进汽车(混合动力、插电式电动汽车等)电池和系统组件的开发;政府采购先进技术汽车;为电池和零部件制造商提供资金等。全美近 40 个州和首都华盛顿都推出了各种促进电动汽车使用的措施,包括可享有在多人车专用快车道上行驶的特权、排放检测豁免、优惠的购买计划等。

经济刺激法案设立了购买电动汽车的税收抵扣政策。根据电池容量,抵扣额从每辆车 2500~7500 美元不等。同时,将常规动力汽车改造为具备电动汽车性能的技改套件,可获得最大抵税额 4000 美元。

为实现 2015 年前部署 100 万辆电动汽车的目标,2011 年 2 月,美国副总统拜登宣布了近期拟采取三项举措^③:

1. 让价格更具竞争力,将抵税政策改为直接返现
现有购买电动汽车的抵税方式是在消费者报税后返还相应抵税额(2500~7500 美元)。今后这笔

表 1 美国市场电动汽车供应量预测(2011-2015 年)^④

厂商及车型	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	总计
Fisker Karma PHEV	1000	5000	10 000	10 000	10 000	36 000
Fisker Nina PHEV		5000	40 000	75 000	75 000	195 000
Ford Focus EV		10 000	20 000	20 000	20 000	770
Ford Transit Connect EV	400	800	1000	1000	1000	4200
GM Chevrolet Volt	15 000	120 000	120 000	120 000	120 000	505 000
Navistar eStar EV (truck)	200	800	1000	1000	1000	4000
Nissan LEAF EV	25 000	25 000	50 000	100 000	100 000	300 000
Smith Electric Vehicles Newton EV (truck)	1000	1000	1000	1000	1000	5000
Tesla Motors Model S EV		5000	10 000	20 000	20 000	55 000
Tesla Motors Roadster EV	1000					1000
Think City EV	2000	5000	10 000	20 000	20 000	57 000
累计						1 222 200

① http://money.cnn.com/2009/08/11/autos/volt_mpg

② 还有一些主流厂商如克莱斯勒、比亚迪、Goda、本田、三菱、现代、丰田、大众和沃尔沃的数据并未包括在表中,但有的已经宣布,有的正计划在这段时期推出电动汽车。

③ U.S. Department of Energy. One Million Electric Vehicles By 2015. February 2011 Status Report

退款将改为直接在销售时由销售商返还给购车者,无需等待年终退税,使该政策更具吸引力。

2. 通过新的研发投入加快技术创新

在经济刺激法案的基础上,美国在2012财年预算建议中将加大电动汽车驱动系统、电池和能源存储技术的研发投入。包括将政府对汽车技术的研发投入增加30%,并启动一个新的能源创新中心,致力于性能更高的车用电池和电力存储等技术的集成创新。

3. 通过竞争性拨款激励试点社区部署电动汽车及基础设施

能源部将设立一个新项目,为全国30个社区提供竞争性拨款,以激励社区将电动车基础设施建设、车队更新作为优先领域,并理顺法规,为电动汽车提供激励政策(如停车优惠、多人快车道特权等)以及人员培训等。每个社区将可从政府获得最高1千万美元经费支持。此外,在政府采购方面,美国联邦机关事务管理局将把公务用车中混合动力汽车的数量增加一倍,并承诺将在2011年购置100辆插电式混合动力汽车。

五、投资和示范工程

美国政府近年对电动汽车、配件和基础设施的投资力度也令人瞩目。2009经济刺激法案中,投入24亿美元用于资助48个先进电池和电动汽车项目,进一步加快美国电动汽车、电池和配件的生产和布局。该项经费是目前为止在电动汽车技术领域的最大一笔单项投入,主要资助以下领域:

1. 15亿美元用于美国本土制造商生产电池及配件,以及扩展电池容量。比较典型的是美国A123电池系统公司,获得2.5亿美元资助,其在密歇根州建设了北美最大的电动汽车电池厂,现已投产。

2. 5亿美元用于生产电动汽车电气传动系统,包括电机、电力电子以及其他传动组件。

3. 4亿美元用于购置数千辆插电式混合动力汽车和纯电动汽车,用于在几十个不同地点进行测试和评估;此外还将用于安装充电设施,以及开展先进电力交通系统转型所需的教育和培训。

以上拨款,项目执行单位还将匹配等额的24

亿美元。

此外,近两年来美国能源部还为美国汽车企业提供了超过24亿美元的贷款担保,支持电动汽车开发和制造。其中尼桑北美公司获得16亿美元,用于改造田纳西的工厂,生产先进纯电动汽车并建造一个先进锂电池生产基地;Tesla公司获得4.65亿美元,用于在加利福尼亚州生产电动汽车动力系统和插电式整车;Fisker公司获得3.59亿美元,在特拉华州生产插电式混合动力汽车。

在示范方面,经济刺激法案提供的24亿美元中,4亿美元用于支持电动汽车示范工程,私营部门等额匹配4亿美元,在全国20个城市部署约1.3万辆电动汽车和2.2万个充电站。这项工程将为电动汽车在现实生活中的实际运行、使用时间、充电模式以及对电网的潜在影响提供重要数据。示范还可提高公众对电动汽车的认识,减少消费者对技术不确定性的顾虑,有助于使电动车从小众转向主流。同时,通过这些示范可以培训一批标准制定人员、技师和工程师,为美国向未来“电动交通”转型积累人力资源。

上述示范工程比较典型的是“EV项目”。该项目号称有史以来最大的电动汽车和充电设施示范推广项目。项目获得美国能源部9980万美元拨款,企业匹配等额资金后总预算达到约2亿美元。EV项目于2009年10月启动,将持续约36个月。由美国电动交通工程公司(eTec,充电装置制造商)与尼桑汽车北美公司牵头,联合其他合作伙伴,项目将部署4700辆尼桑LEAF纯电动汽车,并在美国五个州的11个主要城市部署11210个充电器(站),包括车主家中和公共场所,为上述电动汽车市场提供基础设施支持。项目将免费为车主提供充电器入户安装服务和充电器硬件,并提供车辆使用数据月报。EV项目将收集和分析不同地理位置和气候条件,以及不同使用模式下的电动汽车使用数据,评估充电设施性能,并试行各种商业和公共场所充电设施计费系统。

六、对发展电动汽车的质疑之声

在美国政府大力扶植电动汽车产业和市场的

① White House Press Release. Vice President Biden Announces Plan to Put One Million Advanced Technology Vehicles on the Road by 2015. January 26, 2010

同时,美国社会上也不乏对发展电动汽车的质疑之声。在奥巴马发表 2011 国情咨文,重申在 2015 年前让 100 万辆电动汽车上路的第二天,首都华盛顿降下大雪,导致交通瘫痪,下班回家的车流被困在道路上最长达 9 小时。许多车辆燃油耗尽,车主不得不弃车回家。于是有人联想到,如果当天堵在路上的都是纯电动汽车,那将是一场更大的灾难。众所周知,温度越低,化学电池组的放电能力越差,导致车辆动力变差,更易被困冰雪路面。拥堵中频繁起步停车,人们需要取暖、听广播获取路况,这些都将加速电池的消耗,导致续航里程变短。一旦在这种极端情况下电力耗尽,情况将不只是像燃油车车主弃车回家,第二天再来把车开走那样简单。由于无法充电,在雪后的若干天,道路上将遍布这些“罢工”的电动车“路障”,交通瘫痪将会继续。虽然有些电动车厂商(如尼桑 Leaf)宣称提供“寒冷气候选装配置”,但价格和性能尚未公布。然而可以肯定的是整车成本将会增加,这无疑又给广为诟病的电动汽车偏高的价格雪上加霜。

此外,也有人认为 2015 年 100 万辆的目标是否能够实现持怀疑态度。美国最有影响的汽车行业评价咨询机构之一 J.D.Power 作了一项消费者调查,显示 2015 年预计只有 75 万辆电动汽车上路,到 2020 年才能达到 110 万辆^①。

七、结语

综上所述,2015 年 100 万辆电动汽车上路的目标,是美国汽车能源消费和公路交通向“电气化”转型战略的重要体现,美国政府看到了其有利之处在

于可大幅减少对进口石油的依赖,推动公路交通的可持续发展,保证在电动汽车这一新兴制造业上保持世界领先,并促进就业和经济增长。目前来看,若要实现这一目标,电动汽车技术、产能方面可能并不是主要制约因素,政府的鼓励政策将是影响电动汽车大规模普及的重要推动力。美国正在就激励政策、增加研发投入、培育制造业、完善基础设施等方面制定新的举措。市场方面,最先吃螃蟹的一批人的使用体验、基础设施和石油价格等因素,将对消费者的购买决策产生重要影响。■

参考文献

- [1] U.S. Department of Energy. One Million Electric Vehicles By 2015. February, 2011 Status Report
- [2] <http://gm-volt.com/2010/10/26/chevrolet-volt-will-utilize-10-4-kwh-of-battery-to-achieve-ev-range>
- [3] Santini et al. Modeling of Manufacturing Costs of Lithium-Ion Batteries for HEVs, PHEVs and EVs. Proceedings of the 25th Electric Vehicle Symposium. 2010
- [4] U.S. Department of Energy. Vehicle Technologies Program: Goals, Strategies, and Top Accomplishments. December 2010
- [5] <http://www.dot.gov/affairs/2009/dot14109.htm>
- [6] The Boston Consulting Group. Batteries for Electric Vehicles: Challenges, Opportunities, and the Outlook to 2020. 2010
- [7] http://money.cnn.com/2009/08/11/autos/volt_mpg
- [8] White House Press Release. Vice President Biden Announces Plan to Put One Million Advanced Technology Vehicles on the Road by 2015. January 26, 2010
- [9] Charles Lane. Cold Truths on Electric Avenue. The Washington Post, January 27, 2011

U.S. Electric Vehicle Status and Goals

REN Hongtao

(Chinese Academy of Engineering, Beijing 100863)

Abstract: Obama signed the economic stimulus bill to put one million electric vehicles on road by 2015. Policy will be an important driving force for the goal instead of technology and production capacity, In the market, consumer experience, infrastructure and oil price will have a great impact on consumption.

Key words: U.S.; Electric vehicle; Energy innovation center; Economic stimulus bill by 2015

^① Charles Lane. Cold Truths on Electric Avenue. The Washington Post, January 27, 2011