文章编号: 1002-0268 (2000) 01-0071-04

国内外混合动力电动汽车开发动态及发展趋势

王 军, 申金升

(北方交通大学系统工程研究所, 北京 100044)

摘要: 汽车工业所带来的能源短缺与环境污染等问题越来越受到世界各国政府的重视。当前, 许多国家政府、世界知名的汽车企业和科研机构纷纷研制开发低能耗、低排放, 且能满足现代使用性能要求的新型汽车。混合动力电动汽车应运而生, 成为当代国际电动汽车开发的热点和潮流之一。本文试就当前国外混合动力电动汽车的开发状况及其发展趋势作一介绍和探讨。

关键词: 混合动力电动汽车; 混合动力系统; 可持续发展

中图分类号: U464.11

文献标识码: A

Current Status and Development Trend of Hybrid Electric Vehicle Abroad

WANG Jun, SHEN Jin-sheng

(System Engineering Research Institute, Northern Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Energy source shortage and environment pollution arising from automobile industry have been given more and more attention all over the world. Development of new type motor vehicle with low energy consumption and emission is being underway by automobile industry and research institute, which is encouraged by government policy. This paper presents the current status and the development trend of hybrid electric vehicle (HEV) abroad.

Key words: Hybrid electric vehicle; Hybrid power system; Sustainable development

0 引言

面对日趋严重的资源短缺与环境恶化问题, 寻求社会、经济与资源、环境相互促进与协调发展的可持续发展模式正在成为世界性潮流。汽车作为主要交通工具和国民经济的重要支柱产业得到了快速发展, 但是与此同时, 汽车也带来了能源消耗、环境污染等诸多负面影响。因此, 世界许多国家都在代用燃料汽车、电动汽车和混合动力电动汽车 (Hybrid Electric Vehicles, 简称 HEV) 领域进行了大量的研究与开发工作, 将清洁型交通工具的开发应用作为实现可持续发展战略的一个重要组成部分。

与电动汽车和燃油汽车相比, 混合动力电动汽车具有高性能、低能耗和低污染的特点以及技术、经济

和环境等方面的综合优势。混合动力电动汽车在启动和低速行驶时, 可由电池提供动力; 当超过一定速度后转由内燃机驱动; 在加速和高速行驶时, 可由内燃机和电动机联合驱动; 正常行驶或减速刹车时, 可对电池充电, 故在正常情况下, 混合动力电动汽车不需通过外部电源充电或只需较短的外部充电时间。混合动力电动汽车的内燃机还可以改用压缩天然气、甲醇等代用燃料, 这不仅降低了车辆对石油的依赖, 而且有效地减少了尾气中的有害物质。据丰田公司的测试数据表明, 混合动力电动汽车与常规汽油车相比, CO₂ 的排放大约降至后者的 1/2, 而 CO、HC 和 NO_x 的排放则大约降到 1/10。混合动力电动汽车对电池的比能量要求较低, 从而可以大幅度降低电池组的重量和成本, 串联式混合动力电动汽车的电池重量仅是

收稿日期: 1999-05-07

作者简介: 王军, 男 (1974—), 山东济南人, 北方交通大学硕士研究生, 研究方向为技术创新, 风险投资, 清洁汽车。

纯电动汽车电池重量的1/3。此外,由于混合动力电动汽车可以不通过外部电源充电,从而节省了大量的充电基础设施投资。由于上述特点,混合动力电动汽车的整体性能价格比明显优于纯电动汽车。因此,国外汽车制造业普遍认为混合动力电动汽车是目前最具有开发和推广前景的新型交通工具之一。

1 混合动力电动汽车的概念和种类

到目前为止,关于混合动力电动汽车的定义还没有一个得到普遍认同的说法。一般认为:混合动力电动汽车,是指在同一辆汽车中同时采用了电动机和发动机作为其动力装置,通过先进的控制系统使两种动力装置有机协调配合,实现最佳能量分配,达到低能耗、低污染和高度自动化的新型汽车。根据动力系统的连接方式,当前开发研制的混合动力电动汽车可以分为3类:串联式混合动力电动汽车、并联式混合动力电动汽车和混联式混合动力电动汽车。

目前所开发出来的混合动力电动汽车以串联式和并联式为主,这两种方式的技术难度较低。串联式混合动力电动汽车完全依靠电动机提供动力,发动机、发电机和电动机的功率都很大;而且对电池的要求较高,电池的体积、重量、成本相对较高,价格性能比较低。并联式混合动力电动汽车主要依赖于发动机提供动力,电池仅是串联式的1/3,而且能量传递损失较小,但是排放污染最大,发动机的燃烧效率不高。随着1997年丰田Prius混联式混合动力电动汽车的出现,世界各大公司逐渐将混联式混合动力电动汽车列为开发重点。混联方式是相对比较完善的一种混合动力系统,它能较好地燃油汽车与电动汽车的优点有机地统一起来,也将燃油汽车和电动汽车的技术力量统一起来。电池的体积、重量、成本较低,发动机总在最高效率下工作,具有很好的燃料经济性,加速性和平稳性也很好,能够有效地弥补串联式和并联式混合动力电动汽车的缺点。

2 国内外混合动力电动汽车发展概述

作为一项崭新的技术,90年代初以来,混合动力电动汽车的开发得到了美、日及西欧等许多发达国家的高度重视,并已取得了一些重大的成果和进展。下面具体介绍一下当前世界各国研制混合动力电动汽车的技术发展状况。

2.1 美国

90年代开始,美国加强了政府和企业之间的技术合作与联合,并以混合动力电动汽车为重点对象,

由能源部牵头,包括运输部和国防部,斥巨资组织各大汽车公司和有关部门积极开展混合动力电动汽车的研究工作。1993年9月美国总统克林顿与美国通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司总裁共同提出了美国“新一代汽车合作伙伴计划”(简称PNGV计划),旨在开发新一代高效节能汽车。混合动力电动汽车计划是1997年底美国重新确定的PNGV计划4个重点领域之一。此外美国先进项目局(ARPA)于1993年订立电动汽车(EV)和混合动力电动汽车(HEV)项目,出资2500万美元,与各州、地方和私人投资以不低于1:1的资金比例研究EV和HEV技术。1994年ARPA项目投资已增加到4600万美元。1993年和1996年,美国能源部分别与通用汽车公司、福特汽车公司和克莱斯勒汽车公司签定了总额达3.61亿美元的混合动力电动汽车系统开发子合同,并许下诺言:“至2000年,一定要使混合动力汽车成为美国公路上司空见惯的车辆”。随着PNGV计划的实施,美国三大汽车公司进行了一系列的整车技术开发和研制工作。

通用汽车公司同时致力于串联式混合动力电动汽车和并联式混合动力的研制。在1998年1月的底特律北美国际汽车展上,通用汽车公司推出了EV1型4座混合动力电动汽车。福特汽车公司已开发出福特P2000型5座并联式混合动力电动汽车,预计2000年可投放市场;福特新开发出的“优异2010”概念车实验平台的性能已达到了PNGV计划的部分目标:每加仑汽油行驶80英里。1998年1月,克莱斯勒汽车公司宣布开发出道奇无畏ESX2串联式混合动力电动汽车,预计2003年可投放市场。1997年由美国宇航局(NASA)Lewis中心、俄亥俄州政府和工业界、大学等9个单位合作,开发出串联式电动—喷气涡轮混合动力大客车,预计2000年投放市场。

2.2 日本

在第32届东京汽车展上,日本各大汽车公司共推出6款混合动力汽车,这说明日本汽车界将重点从纯电动汽车转向混合动力汽车。1995年5月日产公司开发出了可以使续航里程增加一倍的串联式混合动力型微型轿车。同年9月日产公司又开发出使燃料费降低一半,并且可以批量生产的并联方式混合动力型汽车系统。本田公司开发的J-VX混合动力电动汽车,其动力系统为1公升3缸直喷式VTEC发动机和电动机,还有一组超级电容以替代通常使用的蓄电池系统。日野汽车制造公司也于1997年12月18日开发出了柴油机/电动并联式混合型系统的客车。日

本富士重工则将研制微型(660CC)混合动力型汽车作为自己的主攻目标。目前,该公司已经制造出了试验用车体,采用了两种电池:双层电容器和锰钾离子电池。其特色是依据不同的行驶状态,切换使用这两种电池;另外,该设计又在车的顶棚装有太阳能吸收板,利用停车时间进行充电。三菱电机公司也开发出轻型串联式混合动力电动卡车,采用两个AC感应电机和1.8升的发动机。

值得瞩目的是丰田公司开发的Prius型5座并联式混合动力电动汽车。Prius于1997年12月推向市场,一面市就受到市场的好评,致使丰田公司不得不改变原有生产计划,将原目标月产1000辆的计划改为月产2000辆,据估计1998年在日本国内销售可达12000辆。Prius混合动力电动汽车在成本方面也取得了令人振奋的进展。Prius混联式混合动力电动汽车开拓了混合动力电动汽车技术与应用领域的新天地,创造性地首次采用了两套动力系统混联的方式,采用高度精密的机械装置实现了动力系统的连接和能源的传递。另外丰田的Coast串联式混合动力电动客车也已进入商业化阶段。

2.3 欧洲

欧洲也正在积极进行混合动力电动汽车的开发、研制及推广方面的工作。法国雷诺公司研制的VERT和HYMME两款混合动力电动汽车已在法国接受了10000km的运行试验。并于1998年研制出电动(汽油)两用车,取名为NEXT,样车已经向公众展出。这种电动汽油两用车前部装有一台汽油发动机;两台7kW电动机装在两个后轮上。当时速在40km以下时,由电动机驱动;达到40km以上时由汽油发动机驱动,同时可为电瓶充电,最大时速达142km;若再加速,此时电瓶会提供辅助动力,最高时速可达169km。瑞典沃尔沃公司也开发出基于沃尔沃FL6卡车改装的混合动力电动汽车,最高时速可达90km。德国已有几十辆混合动力大客车在斯图加特和威塞尔市运行。德国公司生产的并联式混合动力电动车Duo已小批量生产,现在德国已开始出租,预计4年内租出500辆。最近,德国汽车工业准备实施新的排放标准和节能要求,将不允许百公里油耗超过5升的轿车上路,这也促使人们更多地把希望寄托在混合动力汽车上。

2.4 我国在混合动力电动汽车领域的开发动态

我国在“八五”和“九五”期间都有计划地开展了电动汽车的关键技术攻关和整车研制,在此基础上也进行了混合动力电动汽车的若干技术领域的开发。

清华大学在混合动力电动汽车关键技术和系统及理论方面作了许多工作,1995年就开始这方面的研究。到目前为止国内已有几个单位试制出了混合动力电动汽车的样车,如广州市电车公司开发了混合动力公共汽车;华南理工大学与广东云山汽车厂也合作开发了一种中巴混合动力汽车。

但是从技术水平上看,国内目前还处于探索的初级阶段。以上所开发的混合动力电动汽车都是串联式的,只是在原有的电动汽车上简单地加载发动机和发电机组,技术的集成度较低,缺乏高度自动化的控制系统和能源管理系统,两种动力源只是简单结合,缺乏统一协调,这与真正意义上的混合动力电动汽车,与国外的先进技术水平相比还有很大距离。

3 世界混合动力电动汽车趋势分析

当前,混合动力电动汽车的研究与开发已在世界范围内由点向面地扩散,发展相当迅速。发达国家的许多研究成果已走出了实验室,并开始进入市场,如丰田的Prius混合动力电动汽车已经形成小规模批量生产。许多发展中国家也已开始筹集资金,组织科研力量进行可行性论证和关键技术攻关。

混合动力电动汽车相对于电动汽车和代用燃料汽车的优势使其具有良好的商业前景。据专家研究,混合动力电动汽车的生命周期至少有30年,若考虑使用清洁燃料,其前景则更为广阔。在当前电动汽车的成本和电池等技术难以取得重大突破的时期,开发混合动力电动汽车有利于解决环境、能源等可持续发展战略所要求解决的紧迫问题。

目前国内外专家基本上达成共识:混合动力电动汽车的使用不只是电动汽车的一个过渡阶段,而是汽车工业即将面临的一场新的革命。众所周知,燃料电池虽然是电动汽车商业化和产业化的一个希望,但是由于燃料电池不可逆,如果单纯使用燃料电池作为动力源,在制动和减速时无法实现能量回收,另外燃料电池汽车启动也是一个有待解决的问题。因此,燃料电池同样需要与电池组成混合动力系统。基于以上分析,混合动力电动汽车的商业化和产业化发展是必然的趋势。

总的来说,混合动力电动汽车的研究和开发仍处于起步阶段,其关键技术(如电池系统、传动总成系统)还有待改进和创新,成本价格有待降低,性能也有待提高,这样才能满足替代传统燃油汽车的技术与市场要求。

4 结束语

综上所述,混合动力电动汽车能满足21世纪对汽车工业日益严格的环保要求、节能要求和使用要求;而且其目前的技术成果可望使混合动力汽车的成本接近于一辆普通燃油汽车,因此混合动力电动汽车具有良好的商业化和产业化前景。当前,世界范围内的混合动力电动汽车的研究与开发相当迅猛。依据有关资料,目前已开发出几十种不同车型和动力连接方式的混合动力电动汽车的样车,有的已实现了商业化和小规模产业化。对于我国来说,混合动力电动汽车的研究与试制既是一个挑战,又是一个历史机遇。依据我国的技术与经济实力,开发混合动力电动汽车有一定的基础,也有相当的难度。需要尽快对混合动力电动汽车的技术、经济和社会环境效益进行综合分析

与评价,科学论证我国发展混合动力电动汽车的可行性,确定技术路线和开发重点,并组织高水平的科研队伍进行关键技术的攻关和相关技术的开发,为21世纪的产业化奠定必要的技术基础。

参考文献:

- [1] Accelerating the Development and Commercialization of Electric and Hybrid Vehicles. Electric and Hybrid Vehicle Research and Development Plan. The Department of Energy/Office of Transportation Technologies.
- [2] 雷诺推出电动(汽油)两用车. 金桥信息网, 1998-09.
- [3] 兆文. 道奇·无畏 ESX2——迎接21世纪挑战的第二代混合动力车. 汽车之友, 1998(3).
- [4] 96北京国际电动汽车及代用燃料汽车技术交流会资料汇编. 1996.
- [5] 陈小复. 美国复合动力电动汽车的发展计划. 世界汽车, 1998(1).

(上接第58页)

6 交通影响分析的评价与一般交通评价的区别

由上述评价影响程度的过程可以看到交通影响分析的评价与一般交通评价的区别。首先,一般交通分析的评价都会面临多方案的选择问题,这时一般是在分析之后产生若干可行方案,但这些方案中用地情况几乎没有多大变化,方案主要是交通层面上的方案,评价也往往仅针对交通方面的因素;而交通影响分析评价则不是交通方案,而是“开发前”和“开发后”这两个用地方案,对交通状况的评价仅是影响评价的一部分。所以从评价内容上讲,交通影响分析的评价比一般的交通评价复杂得多。其次,从与决策的关系看,一般交通评价的目的在于为在诸多方案间作出决策提供依据和服务。而交通影响分析的评价对影响的“度”给出量测。从这一层面讲交通影响分析的评价本身就包含了决策的内容。在交通影响分析中,主管部门和开发商只是分析评价的协助者和监督者。最后,一般的交通分析评价和交通影响分析的评价仅就交通状况的评价上也存在不同。一般的交通评价是用一群表征交通状况的指标去测试各个方案,从而得出

各个方案孰优孰劣。这些指标在现状分析和各方案比选时,值是不同的,效益往往仅是正效益在方案间的不同;而对交通影响分析中就交通状况来讲,开发后的情况往往比开发前差一些(对那些交通设施改善的开发项目,如停车场馆的开发,公交枢纽等等的开发则另当别论)。

参考文献:

- [1] 赵童. 土地使用和重大建筑项目交通影响分析的理论与方法. 同济大学硕士学位论文, 1998.
- [2] MVA ASIA Ltd. 北京西单北大街西侧商业区改造计划交通影响评估报告. 1994.
- [3] ITE Technical Council Committee 6A-33. Guidelines for Transportation Impact Assessment of Proposed New Development. ITE Journal, 1988(6).
- [4] The Transportation Planners Council of ITE. Traffic Access and Impact Studies for Site Development. ITE Journal, 1988(8).
- [5] ITE. Traffic Engineering Handbook. 87-91.
- [6] Soumys S DEY, Jon D Fricker. Traffic Impact Analysis and Impact Fees in state Departments of Transportation. ITE Journal, 1994(5).
- [7] 贺仲雄. 模糊数学及其应用. 天津科学技术出版社, 1983.
- [8] 中华人民共和国国家标准 GB5022095. 城市道路交通规划设计规范. 1995.