

电动汽车技术发展态势及前景(上)

杨孝纶

(东风电动汽车股份有限公司,武汉 430056)

摘要:对电动汽车技术发展趋势和前景作了概略介绍,并从技术-经济的角度出发,对纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车以及动力电池、电机等关键零部件技术,作了综合评述,并展望了电动汽车技术未来发展前景。

关键词:纯电动汽车;混合动力汽车;燃料电池;动力电池;电机

中图分类号:U469.72

文献标识码:A

文章编号:1005-2550(2007)06-0010-04

20世纪70年代全球三次石油危机爆发后,各跨国汽车公司先后开始研发各种类型的电动汽车。我国经过“八五”、“九五”、“十五”三个五年计划,在研发电动汽车专项上也投入了大量的人力、物力和财力,并取得了一系列科研成果,但是迄今为止,这些科研成果真正能转化为产品,并实现产业化生产的项目并不多。国外大汽车公司远比我国投入更多的资金和人力,已投入批量生产的电动汽车产品也寥寥无几。但是随着全球能源危机的不断加深,石油资源的日趋枯竭以及大气污染、全球气温上升的危害加剧,各国政府及汽车企业普遍认识到节能和减排是未来汽车技术发展的主攻方向,发展电动汽车将

是解决这二个技术难点的最佳途径。

现代电动汽车一般可分为三类:纯电动汽车(PEV)、混合动力汽车(HEV)、燃料电池电动汽车(FCEV)。但是近几年在传统混合动力汽车的基础上,又派生出一种外接充电式(Plug-In)混合动力汽车,简称PHEV。本文将电动汽车技术研发的若干问题和趋势,作简要的介绍和评述。

1 纯电动汽车

纯电动汽车是指完全由动力蓄电池提供电力驱动的电动汽车,虽然它已有134年的悠久历史,但一直仅限于某些特定范围内应用,市场较小。主要原因是由于各种类别的蓄电池,普遍存在价格高、寿命短、外形尺寸和自质量大、充电时间长等严重缺点。目前采用的铅酸电池、镍氢电池和锂离子电池,它们

收稿日期:2007-07-10

作者简介:杨孝纶(1935-),男,研究员级高级工程师,曾任东风汽车公司副总设计师,现任东风电动车辆股份有限公司高级技术顾问,目前主要从事电动汽车整车技术、标准与法规的研究。

5 结束语

绿色制造从资源、生产过程和产品要求我们严格控制产品的设计、制造、装配、包装、运输、使用以及报废后回收处理的每一个环节。绿色制造是汽车工业乃至制造业发展的必然趋势,绿色制造将引领未来汽车生产技术潮流。

参考文献:

- [1] 陈宝泉.再制造业:节约型社会的支柱事业[N].中国教育报,2006-01-02.
- [2] 机械学科教学指导委员会.机械学科专业发展战略研究[J].中国大学教学,2005,(1).
- [3] 刘治彦.我国可持续发展面临的挑战与对策[J].人民论坛,2003,(1):20-22.
- [4] 国家“十一五”科学技术发展规划[R].北京:中华人民共和国科技部,2006.
- [5] 张少华,程振彪.中国汽车工业可持续发展的必由之

路——新型能源清洁汽车[J].汽车科技,2004,(3):1-4.

Piloting the Trend of Car-making Technology: Green Manufacturing

ZHANG Hao

(The Administrative Committee of Wuhan Economic & Technological Development Zone, Wuhan 430056, China)

Abstract: Green manufacturing is a modern mode of production under the comprehensive consideration of environmental influence and capital efficiency on the basis of guaranteeing the function, quality and cost of products. In the field of car-making industry, it minimizes and even eliminates environmental pollution during the product's life cycle of designing, manufacturing and landfill, which complies with environmental protection standards, has little and even none damage to ecological environment, saves resources and energy, maximizes the utilization of resources and minimizes energy consumption.

Key words: green manufacturing; environment; green production; car

已达到的实际性能指标和市场平均价格,如表1所示。根据实际装车时的循环寿命和市场价格,可估算出电动汽车从各种动力电池上每取出1 kW·h电能所必须付出的费用。计算时,假设:①电池最高可充电荷电状态(SOC)为0.9,放电SOC为0.2,即实际可用的电池容量仅占总容量的70%;②由电网供电价为0.5元/kW·h,电池的平均充放电效率为0.75。

表1 各种电池的主要性能和价格参数

电池类型	铅酸电池	镍氢电池	锂离子电池
比能量/Wh·(kg) ⁻¹	35~45	55~75	80~120
车上循环寿命/次	~300	~800	~600
市场平均价/元·(kW·h) ⁻¹	~500	~5 000	~4 000
电池放电价/元·(kW·h) ⁻¹	~3.05	~9.6	~10.2

从表1的粗略计算中可知,虽然从电网取电仅需0.5元/kW·h,但充入电池,再从电池取出,铅酸电池每提供1 kW·h电能,价格为3.05元左右,其中2.38元为电池折旧费,0.67元为电网供电费;而从镍氢电池中每提供1 kW·h电能,费用为9.6元,锂离子电池为10.2元。即后二种先进电池供电成本是铅酸电池的三倍多。

目前国内市场上用柴油机发电,价格大致为3元/kW·h,若用汽油机发电,供电价格估计为4元/kW·h。即从铅酸电机提供电能的价格大致和柴油机发电价格相等,仅仅从取得能量的成本来考虑,采用铅酸电池比汽油机驱动有一定价格优势,但是由于它太过笨重,充电时间又长,因此只被广泛用于车速小于50 km/h的各种场地车、高尔夫球车、垃圾车、叉车以及电动自行车上。实践证明铅酸电池在这一低端产品市场的竞争力和实用性。

镍氢电池的主要优点是相对寿命较长,但是由于镍金属占其成本的60%,导致镍氢电池价格居高不下。锂离子电池技术发展很快,近十年来,其比能量由100 Wh/kg增加到180 Wh/kg,比功率可达2 000 W/kg,循环寿命达1 000次以上,工作温度范围达-40~55℃。美国USABC在2002年制定的锂离子电池技术发展目标如表2所示。

表2 美国USABC锂离子电池发展目标^[1]

主要目标	已达到指标	2010年指标
比能量/Wh·(kg) ⁻¹	80~100	200
比功率/W·(kg) ⁻¹	150	400
循环寿命 ¹⁾ /次(年)	600(5)	1 000(10)
工作范围/℃	-30~65	-40~85
效率/%	75	80
价格/美元·(kW·h) ⁻¹	≤150	≤100

注:1)循环寿命是在电池容量为80%的条件下。

近年由于磷酸铁锂离子电池的研发有重大突破,又大大提高了电池的安全性。目前已有许多发达国家将锂离子电池作为电动汽车用动力电池的主攻方向。我国拥有锂资源优势,锂电池产量到2004年已占全球市场的37.1%。预计到2015年以后,锂离子电池的性价比有望达到可以和铅酸电池竞争的水平,而成为未来电动汽车的主要动力电池。

图1为国内外各种纯电动车辆数量与性能和价格与性能曲线。以电动自行车为代表的低性能车辆,由于其成本低廉,仅我国在2006年已达到年产2 000万辆。美国通用汽车公司生产的冲击1号电动跑车,虽然已达到了很高的动力性,但是由于售价高昂,仅生产了区区50辆,由于没有市场而不得不停产。性能较低的场地车,在我国年产达7 000~8 000辆左右;天津清源电动车公司生产的微型电动车,最高车速仅50 km/h,年产也可以达千辆以上,这可能是目前市场所能接受的纯电动车辆性能的上限。上述所有电动车辆均采用铅酸电池为动力。随着高性能锂离子电池性价比的不断提升,未来5~10年内,市场上可能会出现最高车速≥100 km/h,续驶里程≥250 km的高性能纯电动汽车。

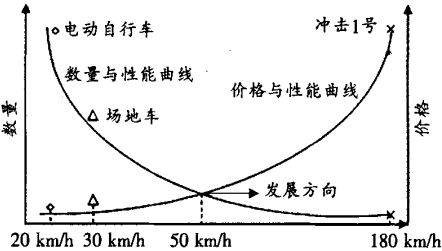


图1 各种纯电动车辆数量与性能和价格与性能曲线

2 混合动力电动汽车

由于完全由动力蓄电池驱动的纯电动汽车,其性价比长期以来都远远低于传统的内燃机汽车,难于与传统汽车相竞争,20世纪90年代以来各大汽车公司都着手开发混合动力汽车。日本丰田公司在1997年率先向市场推出普锐斯(Prius)混合动力汽车,并在日本、美国和欧洲各国市场上均获得较大成功,累计产销量已超过100万辆。随后日本本田、美国福特、通用和欧洲一些大公司,也纷纷向市场推出各种类型的混合动力汽车。

混合动力电动汽车是指具备两个以上动力源而其中有一个可以释放电能的汽车。混合动力汽车按混合方式不同,可分为串联式、并联式和混联式三

种;按混合度(电机功率与内燃机功率之比)的不同,又可分为微混合、轻度混合和全混合三种。其中外挂式皮带驱动起动/发电(BSG)式是微混合动力汽车的典型结构,其电机功率一般仅2~3 kW,依赖发动机的停车断油功能,可节燃油5%~7%;在发动机曲轴后端加装一个电动/发电型盘式电机(ISG)是轻度混合动力汽车的典型结构;具有纯电力驱动功能的可作为全混合或混联式混合动力汽车的典型。丰田公司的Prius轿车即属于这类全混合汽车。目前我国若干汽车企业研制的混合动力汽车,大多采用ISG轻度混合或BSG微混合方案,主要是考虑这二种方案的技术难度较小,生产成本也较低。但是根据研究表明,混合动力汽车的节油率几乎与汽车功率的混合度和汽车的生产成正比上升(见图2)。因此,从长远来看,研发全混合电动汽车是一种必然趋势。

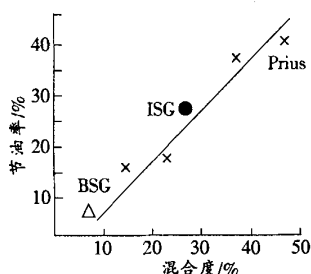


图2 混合动力汽车混合度与节油率的关系

以节油率最佳的丰田普锐斯汽车为例,在我国实测它与丰田花冠(Corrolla)油耗在不同工况下的对比数据如表3所示。各种工况下的平均节油率为39.6%;平均百公里可节油3.07 L。以97号汽油每升5元计,每百公里可节省油钱15.35元,行驶20万km也仅省油钱3.07万元,显然还不足以抵消购置混合动力汽车所增加的费用。据中国汽车工业协会统计,2006年一汽丰田普锐斯销量仅为2 152辆,占全国乘用车总销量的0.04%。考虑到我国用户对汽车售价的敏感性,这一销售业绩并不令人惊奇,可以认为在近期,如果没有政府的大力支持,混合动力乘用车在我国不会有很大的市场。

表3 丰田普锐斯与花冠对比实际节油率^[2]

行驶工况	普锐斯油耗/ L·(100km) ⁻¹	花冠油耗/ L·(100km) ⁻¹	节油率/ %
北京市区	4.81	8.13	40.8
北京市郊	4.91	7.45	34.1
北京综合	4.91	7.95	38.2
转鼓测试(GB/T18352.2)	4.70	7.55	37.8
转鼓测试(日本10/15工况)	4.07	7.65	46.9
平均	4.68	7.75	39.6

在我国,城市公交车与私人乘用车的情况有很大的不同,具体归纳为以下三点:

(1) 据统计我国城镇居民日常出门有70%是首选乘坐公交车,我国大部分城市政府都奉行公交车优先的交通政策,我国公交车的年产量和保有量都居世界第一;

(2) 我国城市公交车大多由市政府补助公交企业采购,公交车是否符合节油减排要求,将是政府需要考虑的一个重要采购原则;

(3) 从技术角度来分析,在城市工况下,公交车频繁起步、加速、制动和停车,要额外消耗许多燃油。表4列出了在国外四种典型城市工况下,汽车制动消耗能量(油耗)所占比例,其算数平均值达47.1%。即有近一半的燃油是被汽车频繁制动所消耗的,这就为混合动力公交车的节油减排留下了相当大的空间。

表4 不同工况下汽车制动能耗情况^[3]

行驶工况	ECE-15	日本10-15	NYCC	UDDS	平均
驱动总能量/kJ	3 189	1 502	942	4 520	/
制动能量/kJ	761.8	725	670	2 040	/
制动能耗比例/%	23.9	48.3	71.1	45.1	47.1

正是考虑到以上几个特点,我国至少有7~8家汽车企业将研发、生产混合动力公交车作为研发工作的重点。经过近几年的开发,虽然已取得了一系列重大成果,但公交车的节油率并未达到预计的要求,一辆总质量15.5 t,长11 m的混合动力公交车,实际油耗大多为33~35 L/100 km,平均为34 L/100 km;若传统11 m公交车的平均油耗为40 L/100 km,则节油率仅15%。分析节油率难以进一步提高的原因主要有二个:

(1) 汽车的制动过程十分短暂,一半不超过10 s,在短短的几秒内,电机要发出很大的电流,才能有效回收制动能量,但是电池的充电倍率只有放电倍率的一半,因此电池不能接受大电流充电。理论上汽车有50%~60%的制动能量可回收,实际回收的制动能量小于20%;最简单的改进办法是加大动力电池容量,例如至少加大容量一倍,回收的制动能量可由20%增加到40%。但这将大大增加整车成本和汽车自质量,经济上可能是得不偿失的。

(2) 混合动力公交车若采用停车断油,甚至滑行时即断油,可节油10%左右(4 L/100 km)。实际上国产柴油机没有专门为混合动力汽车设计,一般不允许频繁地停车断油,否则供油系和废气增压器都可能损坏,严重影响柴油机寿命。其次,停车断油就必

须装有电动转向油泵、电动空压机和电动空调系统,这又会大大增加整车成本和自质量,二相权衡,不一定合算,所以近期大多未实现停车断油功能。

因此,目前HEV的开发重点集中在节油降耗的工作上。针对以上问题,科研工作者提出了不同的解决方案。如利用超级电容器的功率密度达到铅酸电池的10倍,具有快速吸收大电流充电的优异特性,在混合动力汽车制动时可以快速吸收能量,大大提高制动能量的回收率;此外它还具有循环寿命长、充放电效率高、耐低温特好以及免维护等优点。这种方案由于受到超级电容价格昂贵的影响,限制了它在混合动力汽车上的广泛应用。在进一步降低成本,提高能量密度后,超级电容器最有可能首先在混合动力公交车上得到应用。

3 外接充电式混合动力汽车

外接充电式混合动力汽车是最新的一代混合动力汽车类型,近年来受到各国政府、汽车企业和研究机构的普遍关注,国内外专家认为,PHEV有望在几年后得到广泛的推广使用。

据统计,法国城镇居民80%以上日均驾车里程少于50 km,在美国,汽车驾驶者也有60%以上日均行驶里程少于50 km,80%以上日均行驶里程少于90 km。PHEV特别适合于一周有5天仅驾车用于上下班,行驶里程50~90 km之间的工薪族使用。PHEV是在混合动力汽车上增加了纯电动行驶工况,并且加大了动力电池容量,使PHEV采用纯电动工况可行驶50~90 km,超过这一里程,即必须启动内燃机,采用混合驱动模式。所以PHEV的电池容量一般达5~10 kW·h,约是纯电动汽车电池容量的30%~50%,是一般混合动力汽车电池容量的3~5倍,可以说它是介于混合动力汽车与纯电动汽车之间的一种过渡性产品。与传统的内燃机汽车和一般混合动力汽车(HEV)对比(见表5),PHEV由于更多地依赖动力电池驱动汽车,因此它的燃油经济性进一步提高,CO₂和NO_x排放更少。由于动力电池容量的加大,每辆车的售价至少比一般HEV高2000美元。

表5 1.4万美元乘用车改为HEV和PHEV后的性能与价格

	一般 HEV	PHEV
燃油经济性提高率/%	21	56
CO ₂ 排放减少率/%	21	40
NO _x 排放减少率/%	10	32
与内燃机汽车的价格差/美元	2 500	4 500
比内燃机汽车价格增加率/%	18	32

四种不同类型乘用车的蓄电池容量与汽车价格、燃油消耗及尾气排放的对比关系见图3。可见随着蓄电池容量的加大,汽车价格将上升,但是燃油消耗和尾气排放则下降。因此可以认为,电动汽车是以使用 and 损耗蓄电池为代价来换取节油、减排的效果,动力电池性价比的大幅提升将是电动汽车能否迅速推广使用的关键所在。

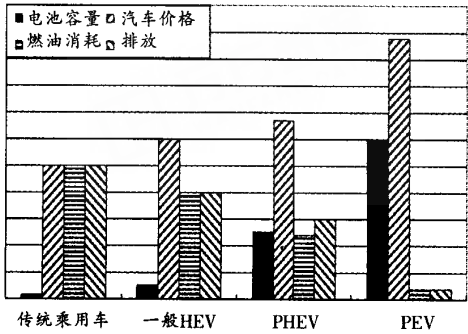


图3 蓄电池容量、汽车价格、燃油消耗与排放对比

一般HEV动力电池SOC仅在较小范围内波动(例如-3%~3%),因此循环寿命次数很长;而PHEV的动力电池SOC必须在很大的范围内波动(例如-40%~40%),属于深充深放,因此循环工作寿命短得多,和纯电动汽车(PEV)相似。目前在PHEV上都采用先进的锂离子电池,由表1可知,锂离子电池每放出1 kW·h电能,能耗费为10.2元,相当于内燃机每千瓦时能耗费用的3倍。随着全球石油价格不断上升,燃油内燃机的能耗费用也将不断上升,而锂离子电池随着技术进步和产量的扩大,其能耗费用将不断下降(如图4所示),二者可能在2015至2020年内达到平衡点。因此PHEV有望在10年内得到大面积推广使用。

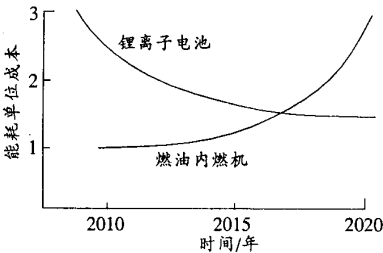


图4 内燃机与动力电池能耗成本变化情况

(未完待续)

电动汽车技术发展趋势及前景(上)

作者: [杨孝伦](#), [YANG Xiao-lun](#)
作者单位: [东风电动汽车股份有限公司, 武汉, 430056](#)
刊名: [汽车科技](#)
英文刊名: [AUTO MOBILE SCIENCE & TECHNOLOGY](#)
年, 卷(期): 2007, (6)
引用次数: 0次

相似文献(10条)

1. 学位论文 [李静红](#) 混合动力汽车驱动系统设计与仿真分析 2006

混合动力电动汽车(HEV-HybridElectricVehicle)是传统燃油汽车和纯电动汽车相结合的新车型, 具有燃油汽车的动力性能和较低的排放, 是当前解决节能环保问题切实可行的过渡车型方案。

本文叙述了目前混合动力电动汽车的三种主要混合驱动结构: 串联式、并联式和混联式, 并对这三种混合动力系统的工作原理和特点进行了分析, 在此基础上针对电力辅助系统的并联式混合动力汽车动力传动系统展开研究。对该系统的五种驱动模式进行了分析, 结合现行多种设计方法和混合动力车型的特点, 采用考虑汽车自身重量的设计方案, 对整车重要部件进行选型以及系统参数进行设计和计算分析。依据我国最新出台的电动汽车标准, 确定了该电力辅助型混合动力汽车动力性能参数和整车参数等。并对驱动系统的多种控制策略进行对比分析与研究。

在深入分析了电动汽车专用分析软件Advisor的原理及使用方法的基础上。在Matlab/Simulink环境中完成了本文研究的混合动力电动汽车的传动系统和控制系统的建模, 并在Advisor2002平台上, 建立了电力辅助型混合动力汽车的整车仿真模型。

对电辅助控制策略和SOC扭矩平衡控制策略进行对比仿真分析, 并进行变参数调节分析, 确定了系统的控制策略方案。将此车型与传统燃油汽车进行对比仿真分析, 分析结果表明, 此车型驱动系统在燃油经济性和动力性能等方面均较传统燃油汽车有较大的改善, 是一种可行的混合动力汽车设计方案。

2. 期刊论文 [姚方](#). [YAO Fang](#) 油电混合动力汽车概述及其分类 -[科技情报开发与经济](#)2007, 17 (9)

探讨了油电混合动力汽车的分类, 分析了油电混合动力汽车系统构造及发展趋势。

3. 学位论文 [王智磊](#) 野马混合动力汽车电机及通讯系统的研究 2006

随着汽车工业的发展, 燃油消耗以及尾气排放已成为人们生活中日益关注的焦点之一。为此, 针对汽车行业, 各国政府纷纷出台相关政策(如提高排放标准, 提倡电动汽车的发展与使用等)以期望汽车工业在节能环保方面有所改善。我国政府也已将电动汽车的发展列入863计划并写入了2004年的《汽车产业发展政策》中去。电动汽车的发展已是大势所趋。

广义的电动汽车包括纯电动汽车和混合动力电动汽车, 纯电动汽车由于使用电能工作, 无排放无污染, 因此最终将代替传统汽车。但由于目前电池价格较高并且电池技术仍未突破, 纯电动汽车的发展倍受制约, 在这种情况下, 混合动力电动汽车作为电动汽车的一个重要分支, 它的发展被认为是目前最为可行方式。

本课题是野马混合动力电动汽车的开发与研究, 课题来源是四川汽车工业集团, 课题的目的是将该集团生产的野马汽车改装成混合动力电动汽车。本人主要负责对混合动力电动汽车中的电机驱动系统进行分析, 并对电机驱动系统的通讯问题做了部分研究。

电机驱动系统作为混合动力汽车关键技术之一, 这是传统内燃机汽车上所没有的部分, 并且通过分析, 混合动力汽车上使用的电机与传统工业电机有着很大的差异, 也与纯电动汽车上使用的电机也有着一定的区别。电机驱动系统的研究暂时还没有成熟的技术加以借鉴, 只能从目前为数不多的成功的混合动力汽车产品上得到参考和启示。本文对目前常用的几种电机系统进行了分析和比较, 并对兰州环电电机厂的环式电机进行了分析。

混合动力电动汽车从动力组合的角度可以分为串联、并联和混联三种结构, 每一种结构在具备自身独有优点的同时, 也有一些不可避免的缺陷(串联式改装灵活, 控制简单, 但汽车动力性能差; 混联式能量利用率最高, 但动力总成开发难度大, 控制复杂; 并联式改装方便, 但发动机优化控制难度较大), 在对这三种结构形式进行分析和比较的基础上, 提出野马汽车的改装方案, 并进行可行性分析, 最终选择基于兰州环电的ISG电机辅助动力改装方案, 同时给出了此方案下电机系统的作用以及相应的能量控制策略。

另外, 电机驱动系统作为混合动力汽车的组成部分之一, 它与其它部分的有效通讯是必不可少的。本文在最后部分, 对电机驱动系统的通讯问题做了一定的分析, 在对CAN总线技术以及对混合动力汽车的结构原理进行分析的基础上, 研究了基于CAN总线的野马混合动力汽车控制系统的网络拓扑结构。根据CAN节点系统结构框图, 完成了CAN节点硬件的设计和软件的初步调试。并通过实验, 模拟了节点间的通讯, 为整车通讯系统的完善打下了良好的基础。

4. 期刊论文 [李晓丹](#) 新能源汽车发展现状及应用前景 -[中国能源](#)2009, 31 (8)

本文对新能源汽车包括清洁替代燃料汽车、混合动力汽车、纯电动汽车的定义、分类和特点进行了总结, 综述了各类新能源汽车最新技术进展及其性能, 通过分析新能源汽车应用现状, 指出纯电动汽车和燃料电池汽车推广应用需解决的问题, 对各类新能源汽车的发展前景进行了展望。

5. 学位论文 [张林](#) 并联混合动力汽车动力系统参数与控制策略设计及仿真 2006

随着石油资源的匮乏和大气环境的恶化, 人们对节能环保的呼声越来越高。为此各种各样的电动汽车(EV)脱颖而出。但是由于电池技术在提高其储能量方面没有实质性的突破, 使得由蓄电池驱动纯电动汽车的实用性受到了很大的限制。以氢为燃料的燃料电池汽车可能是未来高效清洁汽车的解决方案之一, 但目前离实用还有很大的距离。而融合了传统内燃机(ICE, 汽油机或柴油机)汽车和纯电动汽车优点的混合动力电动汽车(HEV)成为了缓解能源和环境危机的途径, 是解决当前节能环保问题切实可行的过渡方案。

混合动力汽车配备了两套动力系统, 即传统内燃机和电机-蓄电池系统。理论和实践证明, 设计合理、控制精确的混合动力汽车可以大幅度提高汽车的燃油经济性和降低汽车的环境污染排放量, 同时不牺牲汽车的动力性。但混合动力汽车的双动力源型的结构大为复杂, 特别是需要一套传统汽车所没有的控制系统。传统的汽车理论和设计方法不能适用于混合动力汽车。因此, 急需发展一套完备的混合动力汽车的设计和控制方法, 以支持混合动力汽车的产品开发。

混合动力系统设计有机构参数匹配设计及控制策略设计两大关键性问题。设计的合理与否直接关系到能否满足混合动力汽车的动力性要求以及改善燃油经济性和排放性能的目的。本文参照现有常规车型SC7130整车参数及动力性要求, 针对一种并联混合动力汽车(PHV)结构型式, 设计了主要机构参数, 并考虑了系统质量组成后对这些参数进行了校正设计, 然后介绍了两种PHV常用的能量分配控制策略-SOC最大化控制策略和模糊逻辑控制策略, 设计了一种再生制动控制策略。

计算机仿真可缩短产品开发周期, 降低开发成本, 提高开发效率。本文采用反向式仿真建模方法建立了并联混合动力系统仿真模型, 并在FTP75城市、FTP75高速公路、ECE和US06等四个典型循环下对已设计的并联混合动力汽车进行仿真计算, 得出了车辆的加速时间、最大爬坡度、各循环工况下的百公里油耗、发动机工作点、电池SOC变化等结果, 证明了本文设计的并联混合动力汽车在保证动力性的前提下, 燃油经济性有明显的提高, 同时说明了本文并联混合动力系统设计的合理性。

本文所做的研究对其他结构型式的混合动力系统设计有参考作用。

6. 学位论文 [覃明园](#) 油电混合动力汽车制动能量回收技术研究 2007

混合动力电动汽车是将新技术和老技术结合的最可行的产物, 它同时具有纯电动汽车和传统内燃机汽车的优点, 既具有纯电动汽车的高效率和低排放的性能, 还具有传统内燃机汽车的行驶里程长和快速补充燃料的性能。混合动力汽车成为当前解决节能、环保问题切实可行的过渡方案。油电混合动

力汽车采用内燃机和电动机作为动力源，已经成为国际公认的解决环境污染和能源短缺的有效方法。

在所有混合动力汽车节油技术中，制动量回收技术是非常行之有效的方方法之一。它能有效地提高燃油的利用率，从而提高混合动力汽车经济性。本文就是针对油电混合动力汽车制动能量回收技术进行的研究。首先对现有的混合动力电动汽车的能量再生制动系统控制策略进行探讨，其次对带有制动能量回收系统汽车制动过程和制动距离进行了分析。然后在传统汽车液压制动的基础上提出应用于混合动力汽车的制动能量回收系统。

本文回收控制系统以ATMEGA16单片机为控制核心，对混合动力电动汽车再生制动系统的控制算法研究；用AVRATMEGA16单片机对制动回收系统的车速、制动踏板、加速踏板、电池电量等输入信号的采集和分析；并在电池剩余电量测量中运用单总线技术。经过实验和标定，文中提出的以ATMEGA16单片机为控制中心的信号采集基本正确。

7. 学位论文 [张鹏 混合动力仿古汽车动力传动系匹配及控制策略的研究](#) 2006

石油资源短缺和环境污染是当今世界的两大突出问题，为了解决这两个问题，很多国家致力于发展节能环保车辆，混合动力(HybridElectricVehicle)的出现满足了这一要求。混合动力电动汽车(HEV)是在纯电动汽车开发过程中为有利于市场化而产生的一种既能满足排放和燃油经济性要求，又能兼具纯电动汽车与燃油汽车优点的理想车型，本论文正是为了解决现有仿古车的排放和油耗问题，在不牺牲原有动力性的基础上，以实现延长汽车续航里程、提高燃油经济性的设计目标来进行的。

HEV驱动参数(发动机功率、电机功率、电池组功率等)是否合适，直接影响车辆的动力性、燃油经济性和排放性能，也决定着设计车辆能否达到节能环保的要求，其设计计算必须引起足够的重视。

本文主要介绍了混合动力电动汽车的分类以及各个类型的驱动条件和使用条件，并结合实际情况提出了适合于仿古车的结构形式和今后开发过程中应注意的一些关键问题。并就该结构形式给出了其各个部件的功率参数理论计算法，选择合适的部件参数，并在此基础上介绍了串联式混合动力的各种控制策略。

最后，为了完成对控制策略参数的优化，有必要了解一下混合动力汽车仿真的基本方法和ADVISOR仿真软件的特点和仿真过程。结合仿真软件，建立合理的优化匹配求解模型，选择适当的优化算法，编写优化程序进行控制策略参数计算。将优化前后的结果进行了对比，通过比较可以看出，优化后能够更好的符合设计要求，且油耗有所降低。可以用来作为今后仿古车部件选择的基础，具有一定的实际应用价值。

8. 会议论文 [杨孝纶 电动汽车技术发展趋势及前景](#) 2007

本文对电动汽车技术发展趋势和前景作了概括介绍，并从技术—经济的角度出发，对纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车以及动力电池、电机等关键零部件技术，作了综合评述，展望了电动汽车技术未来发展前景。

9. 学位论文 [李铭桓 基于DSP的混合动力汽车电机驱动系统的研究](#) 2009

混合动力汽车(HEV)是传统燃油汽车和纯电动汽车相结合的新车型，具有低污染、低油耗的特点，是当前解决节能、环保问题切实可行的过渡方案。而电机驱动系统作为混合动力汽车中的主要部分，在混合动力汽车中起着至关重要的作用，对其进行研究具有重要的理论和现实意义。

本论文的主要研究工作围绕混合动力汽车用永磁同步电机控制系统展开，在永磁同步电机数学模型的基础上，结合对混合动力汽车电机驱动系统的要求，提出了最大转矩/电流与最大输出功率弱磁相结合的电流矢量控制策略；当汽车处于启动、加速、爬坡等工况下时，采用最大转矩/电流控制策略，满足混合动力汽车低速时输出大转矩的要求；当汽车高速行驶或短时超车时，采用最大输出功率弱磁控制的电流控制策略，满足混合动力汽车在高速时能输出较大功率的要求。

运用Matlab/Simulink对永磁同步电机矢量控制系统进行了初步的仿真研究，搭建了系统的仿真模型，重点对空间矢量脉宽调制(SVPWM)技术进行了详尽的研究，并得到了电机电流、电压和转速等响应曲线，为实际系统的实现提供了理论参照。同时采用TI公司的数字信号处理器(Digital Signal Processor, 简称DSP) TMS320F2810为核心控制芯片进行了电机驱动系统的硬件设计，并结合软件算法，得到了具体的实验调试结果。

从仿真结果和实验所测数据可以看出，本文所设计的永磁同步电机矢量控制系统用于混合动力汽车电机驱动系统中是合理的，基本符合电机驱动系统的要求。

10. 学位论文 [孔庆 混合动力汽车能量管理策略及SOC估计研究](#) 2009

汽车自发明以来，在给人们带来方便的同时也给人们带来了诸多挑战，比如能源短缺和环境恶化等。发展清洁、高效、智能的新型交通工具是交通可持续发展的必然要求，因此，开发低油耗、低排放的新型汽车成为当今汽车工业发展的首要任务。在此背景下，融合了传统燃油汽车和纯电动汽车优点的混合动力汽车(HEV)因其高燃油经济性和低排放，成为目前各国汽车行业关注的重点和商品化主流。

混合动力汽车驱动系统组成的复杂性决定了能量管理策略设计的复杂性，在满足动力性能的前提下，能量管理策略控制各个部件之间能量流的大小和流向，因此能量管理策略对于合理利用车载能量，实现节能环保具有十分重要的意义。另一方面，动力电池的荷电状态(SOC)是制定能量管理策略的一个重要依据，同时也是合理使用电池的主要依据，因此，需要对电池SOC进行准确估计。但是由于电池特性在使用过程中表现出高度的非线性，一直以来SOC估计是公认的国际性难题。本文对混合动力汽车的能量管理策略和SOC估计进行了研究，主要内容如下：

首先介绍了混合动力汽车的开发背景、研究现状和前景，着重介绍了混合动力汽车能量管理策略(EMS)和SOC估计的研究现状，分析了目前能量管理策略和SOC估计的主要方法、存在问题以及改进方向。

然后讨论了并联式混合动力汽车能量管理策略原理，分析了目前几种主要的能量管理策略，设计了基于对角回归神经网络(DRNN)的并联式混合动力汽车能量管理策略，详细论述了该策略的设计过程，并在电动汽车仿真软件ADVISOR上进行了仿真实验。仿真结果表明该策略能有效降低油耗，比逻辑门限能量管理策略的燃油经济性高，同时比等效油耗最小能量管理策略计算简单，响应更快，适于实时应用。

接下来针对动力电池SOC估计进行了研究，分析对比了现有的几种SOC估计方法，分别采用神经网络和卡尔曼滤波(KF)两种方法进行了SOC估计，并基于这两种方法提出了神经网络和卡尔曼滤波结合的SOC估计方法。仿真结果表明，结合的方法可以实现SOC的高精度估计，而且比单纯的神经网络法鲁棒性好，比单纯的卡尔曼滤波法计算量小。

最后设计了基于智能电池监测芯片DS2438的SOC估计实验系统，该系统可以测量每节电池的温度、电压和电流，估算电池SOC值，并将结果进行显示作为制定能量管理策略和合理利用电池的依据。给出了硬件电路连接图和软件流程，并说明了具体的设计过程。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_qckj200706005.aspx

下载时间: 2010年5月12日