

“十二五”规划教材·汽车类

新能源汽车运用技术

XINNENGYUAN QICHE YUNYONG JISHU

主 编 邓长勇 李彩霞 阿地里江·阿不力米提
主 审 曹建国



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

新能源汽车运用技术

主 编 邓长勇 李彩霞 阿地里江·阿不力米提
副主编 魏显坤 杨 平 唐友名
主 审 曹建国



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书以国内外常见的天然气汽车、醇类汽车、混合动力汽车、电动汽车等为例,介绍了各种新能源汽车的基本结构组成及工作原理,并对关键技术及检测维护进行了阐述。本书注重体现工程实践,突出实用,减少了复杂的设计理论,可作为高等职业院校新能源汽车专业的教材,也可作为中等职业教育相关课程的教材。

图 书 在 版 编 目 (CIP) 数 据

新能源汽车运用技术/邓长勇,李彩霞,阿地里江·阿不力米提
主编.—西安:西安交通大学出版社,2014.12
ISBN 978-7-5605-6899-7

I. ①新… II. ①邓… ②李… ③阿… III. ①新能源—
汽车—高等教育—教材 IV. ①U469.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 287299 号

书 名	新能源汽车运用技术
主 编	邓长勇 李彩霞 阿地里江·阿不力米提
责任编辑	季苏平

出版发行	西安交通大学出版社 (西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址	http://www.xjtupress.com
电 话	(029)82668315 (029)82669096(总编办)
传 真	(029)82668280
印 刷	北京高岭印刷有限公司

开 本	787mm×1092mm 1/16	印 张	11.25	字 数	278 千字
版次印次	2015 年 1 月第 1 版	2015 年 1 月第 1 次印刷			
书 号	ISBN 978-7-5605-6899-7/U·45				
定 价	36.00 元				

图书如有印装质量问题,请与印厂联系调换。电话:(010)80367007

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdldgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

近年来随着我国汽车工业及汽车运用市场的飞速发展,对节能减排要求越来越高,新能源汽车是我国“十二五”发展的重点,是新兴产业之一。预计到 2020 年,新能源汽车累计产销量达 500 万辆,其售后服务市场正在逐步扩大,有一定的职业技能,知识够用的高等职业院校学生恰是新能源汽车售后市场的主力军。

本教材是高等职业院校新能源汽车专业的核心教材,也是其它汽车类专业学生学习新能源汽车的首选教材,也可作为新能源汽车爱好者的学习参考书。本书重点突出,实用性强,理论通俗易懂,是广大学生和从业人员学习新能源汽车的首选。

参加本书编写工作的有重庆工商职业学院邓长勇、李彩霞、魏显坤、杨平,新疆交通职业技术学院阿地里江·阿不力米提,厦门理工学院唐友名。本书由邓长勇、李彩霞、阿地里江·阿不力米提任主编,魏显坤、杨平、唐友名任副主编。邓长勇老师负责统稿工作,重庆工商职业学院院长曹建国教授主审。

由于水平有限,恳请广大读者对书中不当之处批评指正。

编 者
2014 年 10 月

目 录

学习模块 1 绪 论	1
学习任务 1 新能源汽车概述	3
学习任务 2 新能源汽车的定义和分类	6
学习模块 2 混合动力汽车	10
学习任务 1 混合动力汽车概述	15
学习任务 2 混合动力汽车结构与原理	23
实践训练 1 混合动力汽车的检测	38
习题与思考	39
学习模块 3 电动汽车	40
学习任务 1 电动汽车概述	42
学习任务 2 电动汽车结构与原理	48
学习任务 3 电动汽车能源系统	53
学习任务 4 电动汽车驱动系统	73
学习任务 5 电动汽车辅助系统	82
实践训练 2 电动汽车的检测	86
习题与思考	87
学习模块 4 天然气汽车	88
学习任务 1 天然气汽车概述	89
学习任务 2 天然气汽车的结构与原理	94
学习任务 3 天然气汽车的检测与维护	117
实践训练 3 天然气汽车的检测与维护	127
习题与思考	127
学习模块 5 太阳能汽车	129
学习任务 1 太阳能汽车概述	131
学习任务 2 太阳能汽车结构与原理	135

学习模块 6 燃料汽车	143
学习任务 1 燃料汽车概述	144
学习任务 2 燃料汽车的结构与原理	149
学习任务 3 燃料汽车的检测与维护	162
实践训练 4 燃料汽车的检测与维修	171
习题与思考	171
参考文献	173

学习模块 1 绪 论

近年来,随着环境压力不断增大以及石油资源的日益匮乏,发展新能源汽车已经成为国家战略发展的重要方向。《中国新能源汽车行业市场前瞻与投资战略规划分析报告》分析认为,与其他国家相比,我国具备发展新能源汽车的优势。我国人口众多、资源丰富,经济发展较快,而汽车拥有量却相对较少,新能源汽车的潜在市场空间巨大,同时拥有良好的国际国内环境,技术上已经具备比较好的基础,前期小规模示范与国外发展经验可以为我国新能源汽车的发展提供有益的借鉴。



知识要点

- 国内外新能源汽车的发展现状
- 新能源汽车的分类和定义
- 国内外新能源汽车的发展前景和困境



学习目标

- 掌握新能源汽车的发展趋势
- 掌握新能源汽车的分类
- 了解新能源汽车的发展难点



案例导入

电动汽车界的骑士特斯拉

特斯拉(Tesla Motors, Inc.)汽车公司,一家生产和销售电动汽车以及零件的公司,成立于2003年,总部设在了美国加州的硅谷地带。在传统巨头纷纷倒下的最艰难日子里,这个出奇制胜、名不见经传的小弟不仅挺了过来,而且发展得如日中天。罗马不是一天建成的,那么,如日中天的Tesla在发展中当然也会有一段传奇的历程。

Tesla得名于美国天才物理学家以及电力工程师尼古拉·特斯拉的塞尔维亚姓。现在提到Tesla,大家立刻就会联想到Elon Musk。但是,千万不要忘了马丁·艾伯哈德(Martin Eberhard),这位资深车迷和环境保护论者才是Tesla的联合创始人之一。马丁·艾伯哈德在加州的肯辛顿长大,在他11年级的时候,举家搬迁到伊利诺州生活。1978年,他从纽约高中毕业。1982年,马丁·艾伯哈德接受了美国伊利诺伊大学颁发的计算机工

程学士学位，仅仅在一年之后，他就从同一所学校获得了电气工程的硕士学位。

早在 21 世纪初，马丁·艾伯哈德（Martin Eberhard）在寻找创业项目时发现，美国很多停放丰田混合动力汽车普锐斯（Toyota Prius）的私家车道上经常还会出现些超级跑车的身影。他认为，这些人不是为了省油才买普锐斯，普锐斯只是这群人表达对环境问题的方式。于是，他有了将跑车和新能源结合的想法，而客户群就是这群有环保意识的高收入人士和社会名流。

2003 年 7 月 1 日，马丁·艾伯哈德与长期商业伙伴马克·塔彭宁（Marc Tarpenning）合伙成立特斯拉（TESLA）汽车公司，并将总部设在美国加州的硅谷地区。成立后，特斯拉开始寻找高效电动跑车所需投资和材料。由于 Martin Eberhard 毫无这方面的制造经验，最终找到 AC Propulsion 公司。在 AC Propulsion 公司 CEO 的引见下，Musk 认识了 Martin Eberhard 的团队。2004 年 2 月会面之后，Musk 向 Tesla 投资 630 万美元，但条件是出任公司董事长、拥有所有事务的最终决定权，而 Martin Eberhard 作为 Tesla 之父任 Tesla 公司的 CEO。

此时的 Tesla 资金严重匮乏，生产遥遥无期，变速箱取代电池成为 Tesla 的阿喀琉斯之踵。在多次的测试中，二级变速箱的可靠性依然不能通过美国交通部的测试。不仅如此，作为 CEO 的 Martin 这时也出现了困惑，工程师与生俱来的执拗让他陷入实验到失败，失败到实验的死循环中。

2007 年，由 Zeev Drori 接任 Tesla 的 CEO 职务，Zeev Drori 是 Monolithic 内存公司的创始人，在硅谷同样有相当高的知名度。2008 年，新 CEO 上台之后解雇了几位关键人物，实际上包括创始人 Martin Eberhard 以及其搭档 Marc Tarpenning 都先后相继离开了 Tesla，这其中主要原因可能是由于 Martin Eberhard 在成本控制方面并没有让 Elon Musk 满意。

在好不容易解决了变速箱问题后，新问题随之而来——成本严重超过预算。2008 年 10 月，第一批 Tesla Roadster 下线并开始交付。但是，原计划售价 10 万美元的 Roadster 实际成本却高达 12 万美元，和既定的 7 万美元成本相距甚远，Musk 不得不将售价提升至 11 万美元。这一举动引来预定客户的极大不满，在洛杉矶举行的客户见面会上，愤怒的购买者差点把 Musk 围攻晕倒。不过，即使将售价提高 1 万，Tesla 依旧面临赔钱卖车的窘境。

此时的 Musk 已经没有能力再向 Tesla 注资，而 Tesla 眼看就要面临资金链断裂的尴尬。要知道，Tesla 的竞争对手 Fisker 最终就倒在了资金上。

幸运的是，这时候又一个关键性的转折出现了。在 Musk 的一再邀请下，戴姆勒派代表参观了 Tesla 工厂并且非常惊讶。随后，Tesla 用了 8 周时间，将一辆 Smart 改装成电动车，改装项目包括底盘、电池、电机和电控系统。Musk 用先进的技术打动了戴姆勒，后者最终投资 5000 万美元收购 Tesla 10% 的股份，两家公司也进入更紧密的战略合作阶段。不久后，Tesla 又与丰田签订合作协议，为丰田提供电池组以及电动发动机。为了维持现金流，Musk 又拿出了自己仅存的 6000 万美元，用于生产和工程的流动资金。

可以说，这三笔钱把 Tesla 从悬崖边拉了回来。在熬过这段艰难的时光后，Tesla 的资金情况逐渐好转。2009 年奥巴马和朱棣文参观 Tesla 工厂，Tesla 也成功获得美国能源部 4.65 亿美元的低息贷款。2010 年 Tesla 在纳斯达克上市，融资额达 2.26 亿美元。开盘

当日，Musk 也赚了 6 亿 3 千万美元。目前，Tesla 是世界认可的优秀的电动汽车代表。

学习任务 1 新能源汽车概述

情景 1 国际现状

世界能源主要包括石油、天然气、煤炭和核能等。据预测，目前全球已探明石油储量为 12000.7 亿桶，可开采 40.6 年，天然气已探明储量 179.83 万亿立方米，可开采 65.1 年，全球已探明可开采煤炭可开采 155 年。随着世界能源危机和环保问题日益突出，汽车工业面临着严峻的挑战。一方面，汽车是油耗大户，且目前内燃机的热效率较低，燃料燃烧产生的热能只有 35%~40% 用于实际汽车行驶，节节攀升的汽车保有量加剧了这一矛盾；另一方面，汽车的大量使用加剧了环境污染，城市大气中 CO 的 82%、NO_x 的 48%、HC 的 58% 和微粒的 8% 来自汽车尾气，此外，汽车排放的大量 CO₂ 加剧了温室效应，汽车噪声是环境噪声污染的主要内容之一。我国作为石油进口国和第二大石油消费大国，污染严重，世行认定的 20 个污染最严重的城市有 16 个在中国。国内汽车产品水平与国外差距很大，平均油耗高出 10%~30%，排放为 15~20 倍，汽车工业面临的压力更大。

1. 欧洲新能源汽车产业发展现状

1) 重视生物燃料的开发应用

欧洲历来重视节能和减排，欧盟委员会于 2007 年公布了“新欧洲能源政策”。目标是 2020 年将温室效应气体排放量降低 20%，将可再生能源的比例提高到 20%；同时将今后 7 年欧盟能源领域的研究开发预算提高 50%。

2) 清洁柴油车发展迅速

凭借欧洲汽车厂商在柴油发动机上强大的技术优势，欧洲在清洁柴油乘用车方面发展最为迅速。目前，柴油车在乘用车总销量中的比重已超过 50%。

3) 欧洲各国政府大力支持

除欧盟委员会外，欧洲各国政府也根据本国情况制定了大量的政策和措施，旨在推动新能源汽车的开发和消费（见表 1-1）。

表 1-1 欧洲国家新能源汽车政策

欧洲国家新能源汽车政策	
国家	新能源汽车政策
英国	政府向“低碳汽车项目”投资 3 亿英镑以支持新能源汽车的发展；2007 年修改汽车保有税制，按单位距离二氧化碳排放量进行有区别的征收，低公害车辆优惠税率为零，高公害车辆可达 30%

(续表)

欧洲国家新能源汽车政策	
国家	新能源汽车政策
法国	早在 1995 年政府制定了支持电动汽车发展的优惠政策，对可购买每辆电动汽车提供最高 1.5 万法郎的补贴；2008 年 10 月总统萨科奇宣布政府将投入 4 亿欧元，用于研发和制造清洁能源汽车
德国	德国是在税收法中对汽车替代燃料实施了一些优惠政策，2010 年时，每年的税收补助达到 30 亿欧元，到 2020 年时将达到 50 亿欧元
瑞典	瑞典政府将向购买清洁汽车的消费者提供 1 万瑞典克郎的折扣，政府在 2007 年派 5 千万瑞郎，2008 年 1 亿瑞郎，2009 年 1 亿瑞郎的折扣
荷兰	在商用车领域，为了激励用户购买达到欧 V 标准或者更加严格的增强型环境友好汽车标准 (EEV) 的汽车，政府计划投入 700~4400 万欧元的补贴

2. 美国新能源汽车产业发展现状

1) 以生物乙醇汽车为核心

2007 公布的可再生燃料标准要求美国汽车能耗的 4% 必须是可再生燃料，总量大约为 47 亿加仑。这一标准值至 2012 年将达到 75 亿加仑。

2) 鼓励混合动力汽车的使用

美国规定消费者购买符合条件的混合动力车，可以享受到 250~2600 美元不等的税款抵免优惠。

3) 政府制定优惠政策

近年来美国燃料乙醇生产和消费量都处于快速上升中，其主要需求就来自于替代汽车燃料。

3. 日本新能源汽车产业发展现状

1) 日本新能源汽车发展迅速

日本地域狭小，资源贫乏，因此异常重视新能源汽车的开发。2006 年 5 月日本政府制定了“新国家能源战略”，战略提出到 2030 年将目前近 50% 的石油依赖度进一步降低到 40%。

2) 混合动力汽车领域独树一帜

日本混合动力车已形成产业化，鼓励燃料电池和生物燃料的发展。目前，丰田、本田、日产等日本厂商的混合动力汽车不仅在国内热销，在国际市场上也令其他国家厂商望其项背。

3) 重视燃料电池和生物燃料等技术开发

日本计划在 5 年内斥资 2090 亿日元开发以天然气为原料的液体合成燃料技术、车用

电池,以及氢燃料电池科技;2007年着手生物燃料的普及,2011年单年度生产生物燃料5千万升。

在能源和环保的压力下,新能源汽车无疑将成为未来汽车的发展方向。如果新能源汽车得到快速发展,以2020年中国汽车保有量1.4亿辆计算,可以节约石油3229万吨,替代石油3110万吨,节约和替代石油共6339万吨,相当于将汽车用油需求削减22.7%。2020年以前节约和替代石油主要依靠发展先进柴油车、混合动力汽车等实现。到2030年,新能源汽车的发展将节约石油7306万吨、替代石油9100万吨,节约和替代石油共16406万吨,相当于将汽车石油需求削减41%。届时,生物燃料、燃料电池在汽车石油替代中将发挥重要的作用。

情景2 国内现状

我国天然气资源丰富,分布广泛,海南、北京、上海、重庆等省市被列为国家燃气汽车重点示范城市,各地均在燃油汽车基础上研制开发改装了压缩天然气汽车和液化石油气汽车,主要用于出租车、公交客车、大型车辆和工程设施等。一汽-大众公司开发了捷达LPG,上海交大研制成LPG轿车并和申沃客车联合开发成功改装型LPG城市bus,北京开发了CNG城市bus。

我国煤炭资源丰富,政府支持以煤炭为原料制造车用燃料项目。煤直接液化和间接液化制取车用燃料的项目正在积极进行。“十五”期间在云南和陕西建立了煤直接液化示范厂,以煤为原料合成石油或二甲醚等车用燃料。西安交通大学与中国科学院煤化工研究所经过5年协同攻关,于2000年研制出了超低排放二甲醚汽车。通过在TY1100单缸柴油机及装备有大连柴油机厂生产的CA498柴油机的面包车上燃用二甲醚的试验,发现发动机的功率可提高10%~15%,热效率提高2~3个百分点,噪声降低10%~15%。

我国从事燃料电池研究的单位有20余家,质子交换膜(PEM)燃料电池技术已取得较大进展,但与国外还有不小差距。例如,国外将功率50~80 kW的PEM燃料电池用于轿车,而我国最大的PEM燃料电池单堆功率为5 kW,离轿车使用相距甚远。我国的金属燃料电池技术已经达到世界先进水平。

2014年前4个月,我国新能源汽车产销破万,达到10501辆,同比增长154%。其中,4月单月增速为251%。5月,新能源汽车生产3770辆,同比增长98.32%。其中,生产插电式混合动力乘用车1014辆,同比增长567.11%;插电式混合动力商用车539辆,同比减少4.26%;生产纯电动乘用车1851辆,同比增长176.68%;纯电动商用车366辆,同比减少了29.21%。

到2015年底,我国计划推广33万辆新能源汽车,覆盖26个省份88个城市。在全球公认新能源汽车发展潜力最大的中国市场,中国政府发布了《节能与新能源汽车产业发展规划》。与之呼应,中国建立了节能与新能源汽车产业发展规划部际联席会议制度,启动了25个新能源汽车产业技术创新项目。

学习任务2 新能源汽车的定义和分类

情景1 定义和分类

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，但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。新能源汽车包括混合动力汽车（HEV）、纯电动汽车（BEV）、燃料电池汽车（FCEV）、氢发动机汽车以及燃气汽车、醇醚汽车等等。

上个世纪末以来世界各国和各大汽车公司以及国内各大科研机构 and 高等院校纷纷致力于开发清洁节能汽车，新能源汽车获得了长足发展。汽油和柴油是传统内燃机汽车的能源，利用除此以外的能源提供汽动力的汽车均可称为新能源汽车。目前，正在开发的新能源包括天然气、液化石油气、醇类、二甲醚、氢、合成燃料、生物气、空气以及电荷燃料电池等。

1. 天然气汽车和液化石油气汽车

天然气汽车又被称为“蓝色动力”汽车，主要以压缩天然气（CNG）、液化天然气（LNG）、吸附天然气（ANG）为燃料，常见的是压缩天然气汽车（CNGV）。液化石油气汽车（LPGV）是以液化石油气（LPG）为燃料。CNG 和 LPG 是理想的点燃式发动机燃料，燃气成分单一、纯度高，与空气混合均匀，燃烧完全，CO 和微粒的排放量较低，燃烧温度低，因而 NO_x 排放较少，稀燃特性优越，低温起动及低温运转性能好。其缺点是储运性能比液体燃料差，发动机的容积效率较低，着火延迟期较长。这两类汽车多采用双燃料系统，即一个汽油或柴油燃料系统和一个压缩天然气或液化石油气系统，汽车可由其中任意一个系统驱动，并能容易地由一个系统过渡到另一个系统。康明斯与美国能源部正合作开发名为“先进往复式发动机系统（ARES）”的新一代天然气发动机，根据开发目标，该发动机热效率达 50%（热电联产时达到 80% 以上）， NO_x 排放量低于 0.1g/km，制造成本为 400450 美元/kW，维护费用低于 0.01 美元/（kW·h），在满足这些目标的同时，发动机具有较高的可靠性。

2. 醇类汽车

醇类汽车就是以甲醇、乙醇等醇类物质为燃料的汽车，使用比较广泛的是乙醇。乙醇来源广泛，制取技术成熟，最新的一种利用纤维素原料生产乙醇的技术，其可利用的原料几乎包括了所有的农林废弃物、城市生活有机垃圾和工业有机废弃物。目前，醇类汽车多使用乙醇与汽油或柴油以任意比例掺和的灵活燃料驱动，既不需要改造发动机，又起到良好的节能、降污效果，但这种掺和燃料要获得与汽油或柴油相当的功率，必须加大燃油喷射量，当掺醇率大于 15%~20% 时，应改变发动机的压缩比和点火提前角。乙醇燃料理论

空燃比低,对发动机进气系统要求不高,自燃性能差,辛烷值高,有较高的抗爆性,挥发性好,混合气分布均匀,热效率较高,汽车尾气污染可减少30%以上。这种汽车最早由福特公司在20世纪80年代中期开发,到2003年底,美国有230多万辆乙醇汽车,其中多数是道奇和克莱斯勒厢式车——2003年已卖出233466辆。

3. 氢燃料汽车

氢是清洁燃料,采用氢气作燃料,只需略加改动常规火花塞点火式发动机,其燃烧效率比汽油高,混合气可以较大程度地变稀,所需点火能量小,有利于节约燃料。氢气也可以加入其他燃料(如CNG)中,用于提高效率和减少 NO_2 排放。氢的质量能量密度是各种燃料中最高的一种,但体积能量密度最低,其最大的使用障碍是储存和安全问题。宝马公司一直致力于氢气发动机研制,开发了多款氢发动机汽车,其装有V12氢发动机的7系列轿车是世界上首批量产的氢发动机,该发动机可使用氢气和汽油两种燃料。

4. 二甲醚汽车

二甲醚(DME)是一种无色无味的气体,具有优良的燃烧性能,清洁、十六烷值高、动力性能好、污染少,稍加压即为液体,非常适合作为压燃式发动机的代用能源,使用该燃料的车辆可达到美国加州的超低排放标准。日本NKK公司成功地开发出用劣质煤生产二甲醚的设备,并且和住友金属工业公司于1998年完成了用二甲醚作为汽车燃料的试验,二甲醚汽车(DMEV)不会排放黑色气体污染环境,产生的 NO_x 比柴油少20%。

5. 气动汽车

以压缩空气、液态空气、液氮等为介质,通过吸热膨胀做功供给驱动能量的汽车称为气动汽车。气动发动机不发生燃烧或其他化学反应,排放的是无污染物辐射的空气或氮气,真正实现了零污染。目前开发比较成功的是压缩空气动力汽车(APV),工作原理类似于传统内燃机汽车,只不过驱动活塞连杆机构的能量来源于高压空气。APV介质来源方便、清洁,社会基础设施建设费用不高,较容易建造。无燃料燃烧过程,对发动机材料要求低,结构简单,可借鉴现有内燃机技术,因而研发周期短,设计和制造容易。但是,目前APV能量密度和能量转换率还不够高,续驶里程短。1991年法国工程师Guy Negre获得了压缩空气动力发动机的专利,并加盟MDI公司。2000年MDI公司推出的名为“进化”(evolution)的APV,质量仅700 kg,其发动机质量仅为35 kg,速度可达120 km/h,一次充满压缩空气可行驶200 km,充气费用仅为0.3美元,在城市中约可行驶10 h,在压缩空气站充气2 min就可完成,用气泵充气3 h可完成。

6. 电动汽车

世界上第一辆电动车(EV)由美国人在19世纪90年代制造。EV大致分为蓄电池电动汽车(BEV)、燃料电池电动汽车(FCEV)和混合动力电动汽车(HEV)。电动汽车的一个共同特点是汽车完全或部分由电力通过电机驱动,能够实现低排放和零排放。

蓄电池电动汽车是最早出现的电动汽车。使用铅酸电池的汽车整车动力性、续驶里程与传统内燃机汽车有较大的差距,而使用高性能镍氢电池或者锂电池又会使成本大大增加。BEV都需有一定充电时间及相应的充电设备,使用场合受到了限制。燃料电池具有近65%的能量利用率,能够实现零排放、低噪声,国外最新开发的高性能燃料电池已经能

够实现几乎与传统内燃机汽车相当的动力性能,发展前景很好,但成本却是制约其产业化的瓶颈。在加拿大进行的示范试验表明,使用燃料电池的公共汽车制造成本为 120 万加元,而使用柴油机的公共汽车仅为 27.5 万加元。

混合动力汽车融合了传统内燃机汽车和电动汽车的优点,同时克服了两者的缺点,近年来获得了飞速发展,并已经实现了产业化和商业化,PRIUS 和 INSIGHT 两款混合动力汽车的成功向人们展现了混合动力技术的魅力和巨大的市场潜力。

7. 以植物油为燃料的汽车

为了寻找可代替石油的新能源,科学家也将目光投向了植物油,正在研制以植物油如大豆油、玉米油及向日葵油为原料的内燃机油。科学家们还在研究生物柴油,这是一种以植物油为原料的燃料,将来可作为柴油的替代品大量用于卡车和轮船。生物柴油中不含硫,因此不会对环境造成酸雨威胁。为生生物柴油,化学家们正在对植物油进行酯化加工,使之变成甲基酯化合物,燃烧起来更干净,发动机内残留物也较少。

情景 2 难点及发展趋势

我国的镍氢电池和锂电池技术水平也已经达到国际先进水平,比亚迪在 2005 年上海车展展出的 E1 电动车已经具备了很好的整车动力性能。

在各种汽车代用燃料中,LPG 和 CNG 最方便投入使用,而且目前已经具有好的配套基础设施,在排放和经济性能要求较高而动力性能要求一般的公共交通领域具有很好的应用前景。美国近年来新型公交客车中天然气汽车就占据了较大比例。在中国这样的农业大国特别是一些农业大省,乙醇资源丰富,乙醇汽车有良好的应用前景。二甲醚等合成燃料具有很好的排放特性,也将具有很好的应用前景,特别是作为代用柴油应用于混合动力汽车。混合动力汽车毫无疑问是下一代汽车动力系统的主要形式。

蓄电池电动汽车的使用性能不如混合动力汽车和燃料电池汽车,且成本高。氢燃料发动机的能量利用率不如氢氧燃料电池。因此,蓄电池电动汽车和氢发动机汽车的发展前景不是十分乐观。当然,随着太阳能电池技术的发展和突破,也许纯电动汽车能迎来一个不错的发展局面。压缩空气动力汽车虽然实现了零污染,但其整车性能与传统汽车相差太远,只能在较小的范围内应用于特定场合。

燃料电池是目前技术条件下能量利用率最高的车用能源。燃料电池的比能量可达 $200 \sim 350 \text{ W} \cdot \text{h/kg}$,为锂离子电池的 2~3 倍;能量转换效率高达 $60\% \sim 80\%$,是汽油机或柴油机的 1.5~2 倍,能实现超低污染甚至零污染,而且燃料电池使用的氢能源是可再生的。目前,以甲醇燃料电池技术最为成熟。国外各大石油公司和汽车公司均致力于燃料电池汽车的研发,以抢占在未来汽车发展中的滩头。戴姆勒-奔驰汽车公司从 1993 年到 2000 年先后推出了 Necar I - Necar IV 和 Nebas 等系列 FCEV。2001 年 5 月 Necar 4 在美国试车,功率 55 kW,最高车速 145 km/h,装载行程 450 km;推出的 Necar V - FCEV 采用甲醇燃料电池。1997 年 Ballard 动力公司和福特汽车公司组建了 Xcellsis 公司开发燃料电池轿车,美国 AR-CO、壳牌、德士古等石油公司和加州 CARB 先后加盟,组成世界上最强大的燃料电池车开发联盟。日本电力中央研究所正在开发一种全面使用耐热陶瓷的燃

料电池，电池在发电效率非常高的 1000°C 的高温下工作，电解质的输出功率达到 $1\text{ W}/\text{cm}^2$ ，相当于传统燃料电池的 5 倍。EvomR 公司致力于开发铝和锌燃料电池，已具有相当水平。

总之，对代用燃料的综合评价应考虑以下因素：燃料成本；车辆成本；对进口石油的依赖程度；有效能源利用率；温室效应；排放污染；生产、储运、分销、加注设施；装载行驶里程和加注时间；安全性。

基于这些因素，目前最容易投入使用的代用燃料是 CNG 和 LPG。电、甲醇和乙醇的综合评价指数都低于汽油。可以预计 LPG 和 CNG 以及乙醇的市场份额将会不断增加。二甲醚和合成柴油在十年后其市场份额会快速稳定增长。混合动力汽车会进一步发展，迅速增加市场份额。而燃料电池汽车会在 20 年之后开始实现产业化，逐渐增加市场份额。传统汽油机汽车的市场份额会在 20 年之后开始出现明显的下降，但柴油车会在重型车辆领域继续保持很高的市场份额。

中国的新能源汽车起步较早，但核心技术依然缺乏，其中电池技术的核心零部件依然与跨国车企存在较大的差距。虽然多数国内车企拥有了电池、电机、电控三大核心技术，但电动车的优势并不明显，而且部分电池、电机技术是利用外包策略，导致很难形成核心竞争力。而电池技术是制约新能源汽车发展的最大障碍。目前，市场最火热的特斯拉也只是使用现有的电池技术，对于电池技术的更新并没有取得突破性的进展。

学习模块 2 混合动力汽车

混合动力电动汽车是将原动机、电动机、能量存储装置（蓄电池）等组合在一起，它们之间的良好匹配和优化控制，可充分发挥内燃机汽车和电动汽车的优点，避免各自的不足，是当今最具实际开发意义的低排放和低油耗汽车。在本模块我们将会学习混合动力汽车的发展及分类，掌握混合动力汽车的结构和原理，然后进一步掌握混合动力汽车各个部件的维修。



知识要点

- 混合动力汽车的分类和特点
- 混合动力汽车的结构和工作原理



学习目标

- 了解混合动力汽车的分类和特点
- 掌握混合动力汽车的结构和工作原理
- 掌握混合动力汽车的关键技术
- 了解混合动力汽车的前沿技术



案例导入

国内混合动力电动汽车车型实例

1) 长安杰勋混合动力电动汽车

长安杰勋混合动力电动汽车，是在长安的 MPV 杰勋车上装了油电混合动力发动机而制成的。它采用汽油发动机和电动机混合联动模式作动力系统，即在车辆减速时将动能通过电动机转换成电能，存储在镍氢电池中，起步或加速时再释放出来，以此减轻发动机的负荷。另外，在停止行进时都可自动关闭发动机以节约燃油。它具有以下特点：

(1) 燃油经济性。通过实现加速助力、制动能量回收和怠速起停这三大混合动力功能，在动力性能与传统车相当的情况下，28 工况百千米油耗小于等于 6.8 L。汽车行驶时，发动机将在最经济的条件下运行，电动机在适当时进行辅助助力，遇到红绿灯时发动机停止工作、下坡和减速时进行制动能量回收等路况，可以有效节能，油耗比传统车降低 20%。

(2) 排放限值满足国Ⅳ标准。

(3) 与原汽油机汽车比较, 单车成本增加不到 2 万元, 性价比具有卓越的竞争优势。

主要技术参数: 外形尺寸 4445 mm×1768 mm×1640 mm; 轴距 2710 mm; 前轮距 1500 mm; 后轮距 1487 mm; 轮胎规格 195/65R15 91H; 总质量 1950 kg; 整备质量 1501 kg; 最高车速 160 km/h; 发动机型号 JL475Q3; 发动机排量 1497 mL, 功率 69 kW; 混合动力电动汽车 ISG 驱动电动机, 额定功率 10 kW; 电池类型为镍氢动力电池, 额定工作电压 144 V, 额度容量 6 A·h。

长安杰勋混合动力电动汽车如图 2-1 所示。



图 2-1 长安杰勋混合动力解剖车

2) 奇瑞 A5 混合动力电动汽车

奇瑞 A5 混合动力电动汽车采用了双轴并联低度混合式 (BSG) 动力系统。该系统由 1.6 L 汽油机、5 速手动变速器、2 kW 电动机和 12 V 铅酸电池组成。电动机采用的是爪极电动机并带有电动机控制系统, 发动机采用的是直列四缸、四气阀、顶置双凸轮轴、双可变气门正时和多点电控汽油喷射式, 完全满足欧Ⅳ法规要求的标准。整车性能参数: 最高稳定车速大于等于 180 km/h; 起步加速小于等于 12.8 s; 城郊综合工况油耗 6.3 L/km; 发动机排量 1.597 L, 最大功率 87 kW (6000 r/min), 最大转矩 147 N·m (4300 r/min); 发电机额定功率 1.5 kW, 最大功率 3 kW, 最大转速 18000 r/min, 最大转矩 30 N·m。

奇瑞 A5 混合动力电动汽车外形图如图 2-2 所示。



图 2-2 奇瑞 A5 混合动力电动汽车外形图