

“十三五”职业教育规划教材

Introduction of  
New Energy Vehicle Technology

# 新能源汽车技术概论



主 编 孙 旭

主 审 何 仁



國防工業出版社

National Defense Industry Press

“十三五”职业教育规划教材

# 新能源汽车技术概论

主 编 孙 旭  
副主编 郝金魁 姚文俊 张智华  
主 审 何 仁

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书介绍了新能源汽车的类型、发展新能源汽车的必要性以及新能源汽车发展现状和趋势。通过车型实例,详细描述了纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车以及其他清洁能源汽车的基础知识,并对电动汽车储能装置及能量管理系统、电动汽车电机驱动系统、电动汽车充电技术作了系统的论述。

全书内容详实、图文并茂,选取大量实例,对普及新能源汽车的基础知识具有很大的帮助,适合用作高职高专、中职汽车类各专业及各类汽车培训机构授课教材,也可作为新能源汽车行业相关工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车技术概论/孙旭主编. —北京:国防工业出版社,2017.5

ISBN 978-7-118-11267-2

I. ①新… II. ①孙… III. ①新能源-汽车-研究  
IV. ①U469.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 085221 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市德鑫印刷有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 278 千字

2017 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 34.80 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

# 前 言

内燃机汽车的发展是现代工业技术最重大的成就之一。然而,高度发展的汽车工业和持续大量汽车的应用,在全球已经引发了严重的环境和资源问题。大气环境质量的恶化、全球气候变暖和石油资源的匮乏成为了人类必须认真面对的问题。日益严格的排放和燃料效率的标准促进了安全、清洁和高效车辆的迅猛发展。开发低污染或零污染的绿色汽车,特别以纯电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池电动汽车为代表的新能源汽车已经成为当今汽车工业发展的重要方向。

新能源汽车是我国汽车工业发展的重要方向,是国家重要的战略性新兴产业,也是国家未来新的经济增长点。我国石油资源匮乏、环境保护压力大,大力发展新能源汽车有很强的现实和战略意义。汽车专业的学生有必要掌握新能源汽车方面的基本知识,为此,编者以多年的新能源汽车科研和课程教学经验为基础,编写了本书。

本书介绍了发展新能源汽车的必要性,以及新能源汽车发展现状和趋势。通过典型车型实例,分析了纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车以及其他清洁能源汽车的基本概念、结构和原理。本书对电动汽车的储能装置及能量管理系统、电机驱动系统、充电技术和高压安全技术也作了较系统的阐述。

全书内容详实、图文并茂,选取大量实例,适合用作高职高专、中职汽车类各专业及各类汽车培训机构授课教材,也可作为新能源汽车行业相关工程技术人员的参考书。

本书由孙旭副教授(高级工程师)担任主编,郝金魁教授、姚文俊副教授和张智华博士担任副主编。孙旭编写了第1章、第2章、第4章、第5章及附录并统稿全书,郝金魁编写了本书第7章,姚文俊编写了本书第6章、第8章,张智华编写了本书第3章。

本书由江苏大学何仁教授(博士生导师)主审,何仁教授认真细致地审阅了本书,提出很多宝贵的修改意见和建议,编者对此谨致以深切的谢意!

本书在编写过程中,广泛参考借鉴了国内外新能源汽车方面的研究成果,查阅了大量书籍、文献和资料,引用了一些网上资源和参考文献中的部分内容,也得到了相关新能源汽车生产厂家的支持,在此,对这些成果的研究人员表示衷心的感谢!

由于新能源汽车技术的飞速发展以及编者水平有限,本书难免有疏漏之处,敬请广大专家和读者批评指正。

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 新能源汽车的定义与分类 .....	1
1.2 新能源汽车发展背景 .....	4
1.3 新能源汽车发展现状与趋势 .....	7
第 2 章 电动汽车电能源及能量管理系统 .....	11
2.1 蓄电池的性能指标 .....	11
2.2 铅酸蓄电池 .....	14
2.3 镍-氢(Ni-MH)和镍-镉(Ni-Cd)电池 .....	16
2.4 锂离子电池和钠硫电池 .....	19
2.5 超级电容与飞轮电池 .....	22
2.6 电动汽车的能量管理与回收系统 .....	27
第 3 章 电动汽车电机驱动系统 .....	36
3.1 电动汽车电机驱动系统概述 .....	36
3.2 直流电动机 .....	40
3.3 永磁电动机 .....	45
3.4 异步电动机 .....	51
3.5 开关磁阻电动机 .....	57
3.6 轮毂电机 .....	61
第 4 章 纯电动汽车 .....	65
4.1 纯电动汽车概述 .....	65
4.2 纯电动汽车基本结构与原理 .....	67
4.3 纯电动汽车车型实例 .....	71
第 5 章 混合动力电动汽车 .....	82
5.1 混合动力电动汽车概述 .....	82
5.2 混合动力电动汽车基本结构与原理 .....	86
5.3 混合动力电动汽车车型实例 .....	93

<b>第 6 章 燃料电池电动汽车</b> .....	118
6.1 燃料电池电动汽车概述 .....	118
6.2 质子交换膜燃料电池 .....	128
6.3 国内外燃料电池汽车简介 .....	131
<b>第 7 章 其他清洁能源汽车</b> .....	138
7.1 气体燃料汽车 .....	138
7.2 生物质燃料汽车 .....	153
7.3 太阳能汽车与压缩空气汽车 .....	155
<b>第 8 章 电动汽车高压安全与使用</b> .....	161
8.1 电动汽车充电技术 .....	161
8.2 电动汽车高压安全 .....	173
8.3 混合动力及纯电动车型维修安全规范 .....	176
<b>附录</b> .....	180
<b>参考文献</b> .....	186

# 第 1 章 绪 论

## 教学目标

通过本章的学习,使读者能够了解什么是新能源汽车,认识发展新能源汽车的必要性,了解国内外新能源汽车的发展现状和发展趋势。

## 教学导入



能源、气候、环境和资源与一个国家的国计民生息息相关,如何解决与之相关的问题也决定了人类社会能否可持续发展。汽车产业是国民经济的重要支柱产业,在国民经济和社会发展中发挥着重要作用,但其又是能源消耗和废气排放的重要源头。随着国民经济持续快速发展和城镇化进程加速推进,今后较长一段时期汽车需求量仍将保持增长势头,由此带来的能源紧张和环境污染问题将更加突出。

近十年来,在与交通运输相关的研究开发领域,人们致力于加快培育和发展高效、清洁和安全的运输工具。以电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池汽车为代表的新能源汽车已被提议为今后用以替代传统车辆的运输工具。

## 1.1 新能源汽车的定义与分类

### 1.1.1 汽车新能源的种类

全球范围内,地球为人类提供的能源主要包括化石燃料(煤、石油、天然气等)、水能、生物能、风能、太阳能、潮汐能、地热能、核能等,如图 1.1 所示。

汽车新能源主要包括电能、氢能源、天然气(包括液化石油气、压缩天然气)、醇类燃料、二甲醚、太阳能等,如图 1.2 所示。表 1-1 为各种汽车新能源的优缺点比较。



图 1.1 人类可利用的主要能源

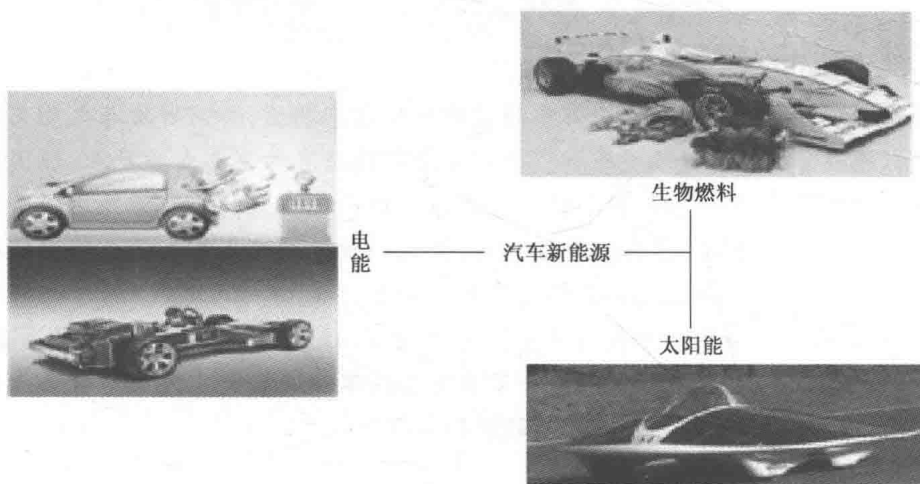


图 1.2 汽车可利用的新能源

表 1-1 各种汽车新能源比较

新能源	优点	缺点	备注
电能	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 来源丰富</li> <li>2. 直接污染及噪声小</li> <li>3. 结构简单,维修方便</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蓄电池能量密度小,汽车续航里程短,动力性较差</li> <li>2. 电池重量大,寿命短,成本较高</li> <li>3. 蓄电池充电时间长</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前应用相对有限,多应用于公共交通领域</li> <li>2. 公认的未来汽车的主流</li> </ol>



新能源	优点	缺点	备注
氢能源	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 来源丰富</li> <li>2. 污染很小</li> <li>3. 氢能源的辛烷值高,热值高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氢生产成本高</li> <li>2. 气态氢能量密度小,储运不便,液态氢技术难度大,成本高</li> <li>3. 需开发专用发动机</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 制氢及储运等技术仍不成熟</li> <li>2. 应用范围较少</li> </ol>
天然气	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 资源丰富</li> <li>2. 污染小</li> <li>3. 辛烷值高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需要建设配套保障设施(加气站等),投资强度大</li> <li>2. 能量密度较小,续驶里程受限</li> <li>3. 动力性较低</li> <li>4. 储带不便</li> </ol>	
醇类燃料	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 来源较丰富</li> <li>2. 辛烷值高</li> <li>3. 污染较小</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 毒性较大</li> <li>2. 对金属及橡胶件具有腐蚀性</li> <li>3. 冷起动性能较差</li> </ol>	
二甲醚	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 来源较丰富</li> <li>2. 污染小</li> <li>3. 十六烷值高</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 毒性较大</li> <li>2. 动力性较低</li> <li>3. 储带不便</li> <li>4. 二甲醚生产成本较高</li> </ol>	
太阳能	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 来源丰富,可再生</li> <li>2. 污染小</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 效率低</li> <li>2. 成本高</li> </ol>	应用尚需较长时间

### 1.1.2 新能源汽车定义与分类

国际上对新能源汽车尚没有统一的定义,我国对新能源汽车的界定和包括的车辆类型也随着经济和社会的发展作动态调整,同时也越来越科学规范。

根据我国2009年7月1日实施的《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。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。

根据2012年国务院《节能与新能源汽车产业发展规划(2012~2020年)》(附录一),新能源汽车是指:采用新型动力系统,完全或主要依靠新型能源驱动的汽车,主要包括:纯电动汽车、插电式混合动力汽车及燃料电池汽车。

#### 1. 电动汽车

广义上来说,电动汽车包括纯电动汽车、混合动力电动汽车和燃料电池电动汽车。

纯电动汽车是以电池为储能单元,以电动机为驱动系统的车辆。混合动力电动汽车是指同时装备两种动力源——热动力源(由传统的汽油机或者柴油机产生)与电动力源(电池与电动机)的汽车;插电式混合动力电动汽车是可以外接电源充电的一种混合动力电动汽车。燃料电池电动汽车是采用燃料电池作电源的电动汽车。

## 2. 其他清洁能源汽车

### 1) 气体燃料汽车

气体燃料汽车是利用可燃气体作能源驱动的汽车。汽车的气体代用燃料种类很多,常见的有天然气和液化石油气。根据汽车使用可燃气体的形态不同,燃料可分为三种:压缩天然气,主要成分是甲烷;液化天然气,主要成分是甲烷经深度冷冻液化;液化石油气,主要成分是丙烷和丁烷的混合物。

### 2) 生物燃料汽车

燃用生物燃料或燃用掺有生物燃料的燃油汽车称为生物燃料汽车,与传统汽车相比,结构上无重大改动,排放总体上较低,包括乙醇燃料汽车和生物柴油汽车等。

### 3) 氢燃料汽车

氢燃料汽车是以氢为主要能量驱动的汽车。一般汽车是使用汽油或柴油作为内燃机的燃料,而氢燃料汽车则是使用气体氢作为内燃机的燃料。氢燃料汽车与氢燃料电池电动汽车是截然不同的两个概念。氢燃料汽车仍是内燃机汽车,而燃料电池电动汽车是通过电池直接将化学能转化为电能,利用电机驱动,而不是利用燃料的燃烧过程产生的能量驱动。

氢内燃机在汽车上的应用方式又有三种:纯氢内燃机、氢/汽油双燃料内燃机、氢-汽油混合燃料内燃机。

除以上提到的四种新能源汽车外,还包括利用太阳能、原子能、压缩空气等其他能量形式驱动的汽车。

### 4) 用太阳能、原子能、压缩空气等其他形式驱动的汽车

## 1.2 新能源汽车发展背景

在汽车百余年的发展历史中,作为新能源汽车的电动汽车曾在历史上几经坎坷。因为社会、经济及技术等诸多因素,使得电动汽车无法与以石油能源为燃料的内燃机汽车相匹敌。不过,在新的历史时期,由于特定的社会与环境背景,新能源汽车面临着新的发展机遇。

### 1.2.1 温室效应与碳排放控制

众所周之,汽车尾气中含量最高的气体是二氧化碳。尽管二氧化碳对环境没有直接毒害作用,却是主要的温室气体之一。当大气中二氧化碳含量升高时,会增强大气对太阳光中紫外线辐射的吸收,阻止地球表面的热量向外散发,使地球表面的平均气温上升,产生温室效应,引起全球变暖,威胁人类生存环境。温室气体排放对环境的改变不容忽视。

随着汽车工业的发展,世界碳排放问题日益突出,据BP(英国石油公司)2014年统计年鉴,2013年世界二氧化碳排放总量达到360亿吨。如图1.3、图1.4所示为2013年二氧化碳排放前十位的国家及所占的比例。其中,全球23%的二氧化碳来自于交通运输,为历史最高水平。可见汽车工业是影响碳排放量的一个重要因素。能源行业的温室气体排放占总排放量的2/3,因此在应对气候变化问题上,能源行业的作用至关重要。美国能源领域的CO<sub>2</sub>排放量去年下降3.8%,降至20世纪90年代以来最低水平,约有一半的下

降是因为页岩气替代了煤炭。欧洲的 CO<sub>2</sub> 排放量也降低了。2012 年中国 CO<sub>2</sub> 排放增长 3.8%，这是过去 10 年增长最慢的一次，增速约为 2011 年的一半，单位发电量的 CO<sub>2</sub> 排放水平降低了 17%，但中国仍是 CO<sub>2</sub> 排放最大国，占全球总排放量的 1/4。

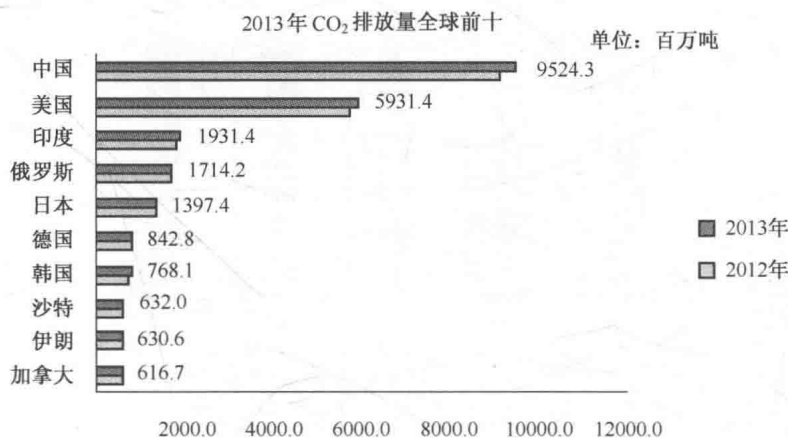


图 1.3 2013 年 CO<sub>2</sub> 排放全球前十排名

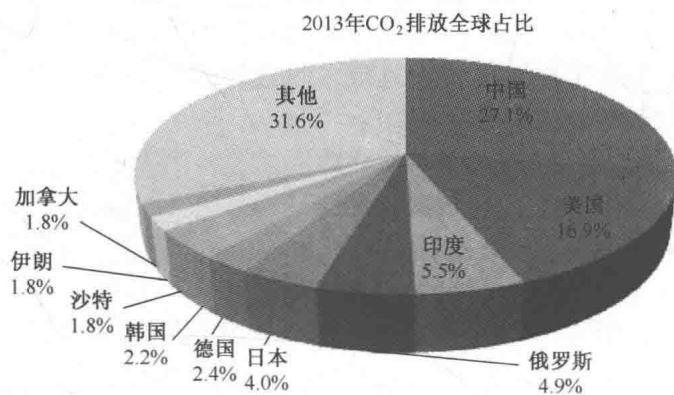


图 1.4 各国 CO<sub>2</sub> 排放全球占比

世界各国对汽车碳排放控制要求越来越高，图 1.5 为部分国家汽车碳排放近期控制目标。欧盟在 2014 年设定了全球最严格的汽车碳排放控制目标，即从 2020 年 1 月 1 日起，欧盟范围内所销售的 95% 的新车二氧化碳排放平均水平必须达到每公里不超过 95 克。而 2012 年的数据显示，戴姆勒集团旗下车型平均二氧化碳排放水平在每公里 140 克，奥迪稍低，但也超过了 130 克。从排放标准来看，汽车厂商仅仅依靠传统车的技术进步无法满足排放标准，必须积极投资研发电动车等新能源车。欧盟规定，允许生产电动车等排放极低车型来获取更多的积分并将其用于生产其他排放较高的车型。美国加州规定：在该州销量超过一定数量汽车的企业必须使环保车的比例达到 ZEV 法案 (Zero Emission Vehicle) 的规定。未达到 ZEV 法案规定标准的企业必须支付每辆车 5000 美元罚款，或者向其他公司购买积分。

因此，推广使用新能源汽车，减少二氧化碳排放量，是国家节能减排和汽车工业自身能够持续发展的必然选择。

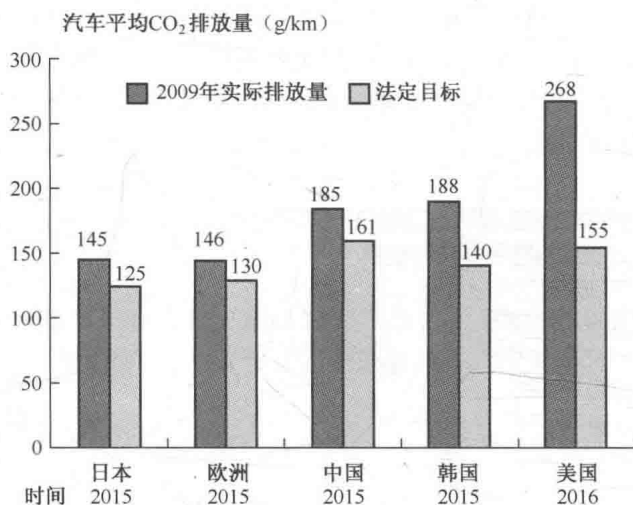


图 1.5 各国汽车减排目标

### 1.2.2 环境污染

汽车尾气中的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物、颗粒物对人类健康则会产生直接危害。一氧化碳与血液中的血红蛋白结合的速度比氧气快 250 倍,从而削弱血液向身体各组织输送氧的功能,危害中枢神经系统,造成人的感觉、反应、理解、记忆力等机能障碍,重者危害血液循环系统,导致生命危险。

氮氧化物和碳氢化合物在太阳紫外线作用下,产生一种具有刺激性的化学烟雾,其对人体最突出的危害是刺激眼睛和上呼吸道黏膜。汽车尾气中颗粒物成分很复杂,并具有较强的吸附能力,可以吸附各种金属粉尘、强致癌物质和病原微生物等。颗粒物随呼吸进入人体,会引起呼吸系统疾病和恶性肿瘤。

除了汽车尾气给环境带来的不利影响,汽车在生产、使用至报废过程中都会造成环境污染。汽车制造过程中,塑料制件中使用的氟利昂破坏臭氧层,铅基涂料会造成铅污染,油漆溶剂的散逸也会造成污染等。汽车排入大气中的碳氢化合物和氮氧化物等一次污染物,在阳光的作用下发生化学反应,生成臭氧、醛、酮、酸、过氧乙酰硝酸酯等二次污染物,参与光化学反应过程的一次污染物和二次污染物的混合物形成光化学烟雾,危害健康。

汽车尾气已经成为空气污染的重要原因,开发新能源汽车,减少环境污染,是汽车技术发展的必然趋势。

### 1.2.3 能源短缺

传统汽车工业以石油为燃料,对化石能源有巨大的需求和依赖。近年来中国社会化进程加快,汽车产业迎来了跨越式的蓬勃发展时期。但是,汽车产量的急剧增长对能源的负面影响也越来越突出。

中国虽然是世界能源资源大国,能源资源丰富,但由于中国人口众多,人均能源资源相对贫乏。据统计,中国煤炭 2014 年的探明储量为 1145 亿吨,占世界总量的 13.86%,居世界第 3 位,但人均仅为世界人均的 70%;石油和天然气探明储量分别为 21 亿 t 和 2.46 万亿 m<sup>3</sup>,占世界总量的 1.23%和 1.33%,分别居世界第 14 位和第 16 位,而人均仅为世界

的 1/10 和 1/250。

随着经济的快速发展,我国能源对外依存度也在迅猛攀升。我国石油对外依存度已由 2000 年的 30.2% 上升至 2015 年的 60.6%。如图 1.6 所示,预计到 2035 年对进口石油依存度可能攀升至 80%, 远超 50% 这一国际公认警戒线。石油海上运输安全风险加大, 跨境油气管道安全运行问题不容忽视。除了石油, 我国其他能源对外依存现状同样不容乐观。从近几年的形势看, 天然气海外依存度上升得更加明显。我国从 2006 年开始进口天然气, 2010 年天然气对外依存度还只有 11.6%, 但到了 2015 年, 这一数字已攀升至 32.7%。能源对外依存度增加势必会威胁到国家经济发展的稳定性。

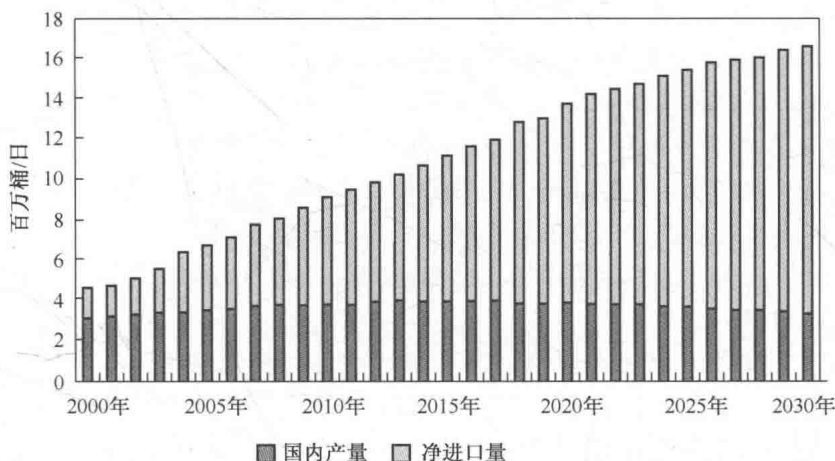


图 1.6 我国对进口石油依存度预测

从环境保护与能源的角度, 新能源汽车是未来汽车发展的必然趋势, 也是我国未来社会与经济发展的必然需求。

### 1.3 新能源汽车发展现状与趋势

面对全球范围日益严峻的能源形势和环保压力, 近年来, 世界主要汽车生产国都把发展新能源汽车作为提高产业竞争能力、保持经济社会可持续发展的重大战略举措, 新能源汽车成为市场新的增长点。目前, 新一轮的新能源汽车研发、示范和产业化已经开始, 而且得到各国政府和企业的的高度重视。

#### 1.3.1 国外新能源汽车发展现状

##### 1. 美国

通用、福特和克莱斯勒三大品牌曾是美国汽车市场的领导者, 近年来, 尤其是国际金融危机发生以来, 此格局发生了很大变化, 日系、欧系甚至是韩系车在美国市场步步为营。因为石油资源压力和日益严格的环保要求, 美国开始大力发展新能源汽车。

推动新能源汽车发展是奥巴马政府能源政策的组成部分, 希望通过发展和利用新能源, 使美国摆脱对海外石油的过度依赖。美国政府通过进一步制定严格的汽车燃油排放标准 and 新能源汽车政策以及通过政府采购节能汽车、消费者购买节能汽车减税、设立新能

源汽车的政府资助项目、投资促进新能源汽车基础设施建设等策略,进一步推动汽车产品朝着“小型化”和“低能耗”的方向发展,并重点推进充电式混合动力电动汽车计划。为此,美国政府斥巨资支持动力电池、关键零部件的研发和生产,支持充电基础设施建设,消费者购车补贴和政府采购。这一揽子计划形成了美国新能源汽车产业化和市场化的第一推动力,更加明确了研发汽车新产品的方向和目标。

目前从市场表现来看,美国的汽车公司中,开发比较成功的车型有雪佛兰 Volt,另外异军突起的特斯拉公司的特斯拉电动车更是掀起电动汽车的热潮。

## 2. 日本

日本政府在 2009 年 6 月启动了“新一代汽车”计划,所谓“新一代汽车”,实际指的就是环保汽车,包括混合动力电动汽车、纯电动汽车、燃料电池汽车等。该计划力争在 2050 年使环保汽车占据汽车市场总量的一半左右,为了实现这一计划,日本政府通过援建电动汽车基础设施、减税和发放补贴等促进环保汽车发展。由于政府的推动和政策扶持,日本新能源汽车的产业化成果在全球范围内是最好的。日本在混合动力电动汽车技术领域,领先世界。以丰田普锐斯为代表的日本混合动力电动汽车,在世界低污染汽车开发销售领域已经占据了领头地位。欧美市场上已上市的混合动力电动轿车,一半以上是由日本汽车公司生产销售。

据丰田官方数据,丰田系列混合动力车 2015 年累计销量已超过 800 万辆,其中,普锐斯混合动力电动汽车贡献率最高,成为目前最成功的混合动力车型。在纯电动汽车领域,日产 Leaf 纯电动汽车车型在 2014 年 1 月底,就已突破 10 万辆,也取得巨大的成功。与此同时,日本还快速发展燃料电池汽车技术,丰田和本田汽车公司已成为当今世界燃料电池汽车市场上的重要企业。其他几家日本汽车企业也在开发新一代的新能源动力汽车,如本田的 Insight IMG 混合动力汽车、三菱 I-MiEV 纯电动汽车等。

## 3. 德国

德国在新能源汽车方面也做出了重要贡献。宝马汽车公司也是氢动力发动机车型研究的先行者,早在 2004 年宝马所研发的 H2R 赛车就在法国南方小镇 Miramas 高速赛道创造了 9 项世界记录。2007 年,其向外界推出了 7 系氢动力车型,这台发动机是基于宝马 760i 的 6.0LV12 发动机改进而来,按照双模式驱动的要求,在汽油模式下燃油通过直接喷射供应,同时在发动机进气系统中集成了氢供应管路。

德国政府表示,到 2020 年可再生能源要占全部能源消耗的 47%。因此,2020 年德国境内的新能源汽车要超过 100 万辆。在 2009 年年初德国政府通过的 500 亿欧元的经济刺激计划中,很大一部分用于电动汽车研发、“汽车充电站”网络建设和可再生能源开发。

进入 21 世纪,国外各大汽车公司纷纷制订新的新能源汽车开发计划。在这个“环保竞技场”,包括通用、奔驰、大众、宝马、丰田、本田、福特、克莱斯勒、日产等先行者,更是当仁不让地扮演了新能源车的主角。

### 1.3.2 国内新能源汽车现状

自 2001 年起,新能源汽车研究项目就被列入国家“十五”期间的“863 计划”重大科技课题。经过 10 年的研发和市场培育,2010 年 9 月 8 日,国务院审议并原则通过《国务院关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》,新能源汽车被确定为我国的战略性新兴产业



产业并将在今后加快推进。2012年6月我国制订《节能与新能源汽车发展规划(2011—2020年)》,它成为新阶段引领我国新能源汽车产业发展的重要政策。近年来,以北汽、比亚迪、奇瑞、江淮等一批自主品牌为代表的纯电动汽车和混合动力电动汽车已开始活跃在汽车市场。2015年,新能源汽车产销已突破30万辆,累计产销近50万辆。在全球新能源汽车超过50万辆的年销量中,中国市场的贡献超过一半。我国已经超越美国成为全球最大的新能源汽车生产国和第一大市场。

我国新能源汽车经过十余年的研究开发和示范运行,已初步具备产业化发展基础,电机、电子控制和系统集成等关键技术也已取得明显进步,纯电动汽车和插电式混合动力汽车开始小规模投放市场。但与先进水平相比,新能源汽车整车和核心零部件技术,特别是电池技术尚未突破,产品成本高、配套体系不完善、产业化和市场化发展受到制约。

为应对日益突出的燃油供求矛盾和环境污染问题,世界主要汽车生产国纷纷加快部署,大力发展和推广应用汽车节能技术,并把发展新能源汽车作为国家战略,加快推进技术研发和产业化。节能与新能源汽车已成为国际汽车产业的发展方向,未来10年将迎来全球汽车产业转型升级的重要战略机遇期。目前我国汽车产销规模已居世界首位,预计在未来一段时期仍将保持稳步增长,加快培育和发展节能与新能源汽车产业,促进汽车产业优化升级是实现由汽车工业大国向汽车工业强国转变的必由之路。

### 1.3.3 新能源汽车技术发展趋势

#### 1. 突破电池技术是关键

作为汽车动力源,目前还没有任何一种电池的能量密度能与石油相提并论。另外动力电池的热失控是机理复杂、危害严重的电动汽车热安全问题,它与电池管理系统、单体电池热失控与材料体系的设计、成组电池热失控的扩展和电池系统设计等技术有关。动力电池成为限制电动汽车发展的瓶颈,亟待突破。

#### 2. 驱动电机呈多样化发展

美国倾向于采用交流感应电机,其主要优点是结构简单、可靠,质量较小,但控制技术较复杂。日本多采用永磁无刷直流电机,优点是效率高、起动转矩大、质量较小,但成本高,且有高温退磁、抗振性较差等缺点。德国、英国等大力开发开关磁阻电机,优点是结构简单、可靠,成本低,缺点是质量较大,易于产生噪声。

#### 3. 纯电动汽车未来发展趋势

在技术上,纯电动汽车呈现动力系统平台化、车身轻量化、车辆智能化等发展趋势,未来将进一步朝着机械、电子、信息技术高度集成的方向发展。在动力系统中,纯电动汽车呈现平台化特点,特别是轮毂驱动电机技术的应用,不但使动力传递链缩短、传动效率提高,而且使得动力系统更易于实现平台化。在车身上,纯电动汽车呈现轻量化特点。轻量化是汽车一项基础节能技术,车辆结构设计轻量化,轻量化材料及先进制造技术的应用将进一步实现纯电动汽车的减重和节能。

在车辆上,纯电动汽车呈现智能化特点。近期国际整车厂推出的纯电动汽车日趋智能化,均采用了全球定位、车载娱乐、手机互联等技术。未来,智能车联网、V2G以及无线充电等新技术将逐步应用到纯电动汽车上。近年来国外各大汽车公司都推出了小型纯电动概念车,这些车型将满足特定区域的短途代步需求,是电气化和智能化的融合体。在产

品技术上,驱动灵活多样,续航里程和最高车速通常不高,但处处体现出高科技的概念。

#### 4. 插电式混合动力汽车技术的研发热点

插电式混合动力汽车在技术上分为三大类:一是采用混联式混合动力技术改进升级,具备了插电式短途纯电驱动功能的车型,以丰田的插电式普锐斯为代表;二是采用串联式混合动力技术改进(增程式),具备了短途纯电驱动能力的车型,以通用的雪佛兰 Volt 为代表;三是采用并联式混合动力升级改进(双模驱动),具备了短途纯电动驱动能力的车型,以比亚迪 F3DM 为代表。

以增程式技术或并联混合动力技术实现的插电式混合动力汽车技术门槛相对较低,机电耦合系统的复杂性较小,但这两类混合动力汽车在长距离非电驱动的情况下,节油性不如混联式插电混合动力汽车。

以上三种插电式混合动力汽车车型是近期新能源汽车开发的热点,丰田、通用、大众等汽车集团均积极开发插电式混合动力车型。在技术方案上,混联式、并联式和串联式混合动力方案均有不同的产品投放市场;在产品技术上,优化匹配动力系统电池容量,满足不同人群日常纯电行驶里程需求的技术方案将成为研发热点。

#### 5. 燃料电池汽车在技术上的发展趋势。

燃料电池汽车动力系统呈现混合动力化和底盘专用化趋势。国内外推出的燃料电池汽车动力系统广泛采用燃料电池系统与动力电池混合驱动的方式,这种方案不仅延长了燃料电池的寿命,还降低了车辆成本。本田、奔驰等国际厂商均将燃料电池动力系统零部件布置在底盘中,采用非承载式车身结构,底盘专用化。此外,跨国车企均趋于采用全新车型平台,这有利于燃料供给系统、动力系统以及储能装置实现进一步的集成匹配和优化。

### 思考题

1. 什么是新能源汽车? 新能源汽车包括哪些类型?
2. 简要分析为什么要发展新能源汽车?
3. 简要分析新能源汽车技术发展趋势。
4. 结合附录,你认为我国为什么要大力发展新能源汽车? 谈谈你的看法。

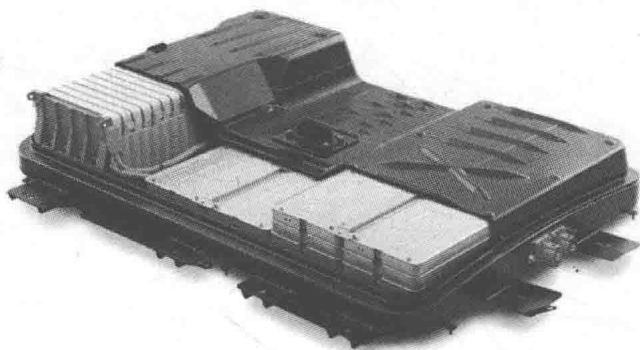


## 第2章 电动汽车电能源及能量管理系统

### 教学目标

通过本章的学习,使读者能够了解电池的类型和电动汽车对动力电池的要求;熟悉电池的主要性能指标;掌握电动汽车各种储能装置的主要特点和应用,并了解什么是电动汽车的能量管理系统和再生制动能量回收系统,掌握能量管理系统的功能和再生制动能量回收系统的方法和类型。

### 教学导入



蓄电池是电动汽车的储能动力源,电动汽车要获得非常好的动力特性,必须具有比能量高、使用寿命长、比功率大的蓄电池作为动力源。电动汽车上曾广泛使用的电源是铅酸蓄电池,但随着电动汽车技术的发展,铅酸蓄电池由于比能量较低,充电速度较慢(相对而言),寿命较短,已逐渐被其他蓄电池所取代。正在发展的电源主要有钠-硫电池、镍-镉电池、锂电池、燃料电池、飞轮电池、超级电容等,这些新型电源的应用,为电动汽车的发展开辟了广阔的前景。

要使电动汽车具有良好的工作性能,还必须对蓄电池进行系统管理。能量管理系统是电动汽车的智能核心。一辆设计优良的电动汽车,除了有良好的机械性能、电驱动性能、选择适当的能量源(即电池)外,还应该有一套协调各功能部件工作的能量管理系统,它的作用是检测单个电池或电池组的荷电状态,并根据各种传感信息,包括加减速命令、行驶路况、蓄电池状况、环境温度等,合理地调配和使用有限的车载能量;它还能够根据电池组的使用情况和充放电历史,选择最佳充电方式,以尽可能延长电动汽车电池的寿命。

### 2.1 蓄电池的性能指标

蓄电池的作用是储蓄电能,蓄电池在充电过程中,电能通过蓄电池内活性物质的化学