



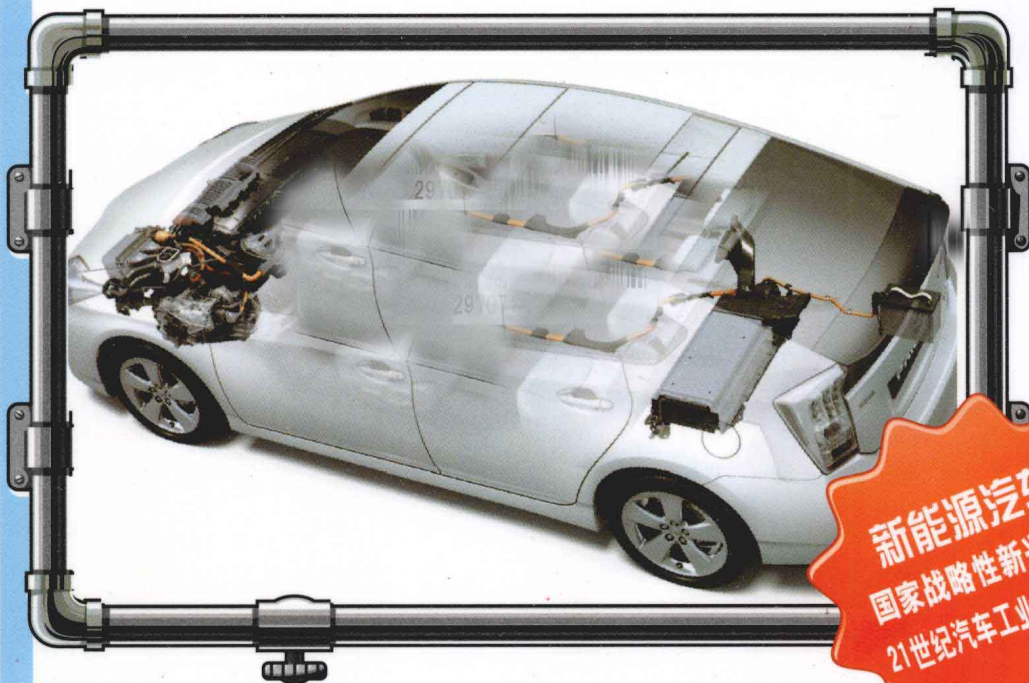
21世纪全国高等院校汽车类**创新型**应用人才培养规划教材

新能源汽车专业规划教材

# 新能源 汽车概论

崔胜民 韩家军 主编

- ✔ 全面系统地阐述了新能源汽车基础知识
- ✔ 深入浅出地介绍了新技术在新能源汽车上的应用
- ✔ 生动活泼地展示了新能源汽车的最新案例和发展趋势



新能源汽车  
国家战略性新兴产业  
21世纪汽车工业发展热点



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材

# 新能源汽车概论

主 编 崔胜民 韩家军



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 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,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、气体燃料汽车、生物燃料汽车、氢燃料汽车和太阳能汽车的基础知识,对电动汽车储能装置、电动汽车电机驱动系统、电动汽车能源管理和回收系统、电动汽车充电技术,以及新材料和新技术在汽车上的应用作了全面系统的论述。

本书内容丰富、图文并茂、实用性强,可作为高等院校车辆工程及其相关专业的本科生教材,也可作为从事新能源汽车相关领域的工程技术人员、管理人员和科研人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车概论/崔胜民,韩家军主编. —北京:北京大学出版社,2011.5

(21世纪全国高等院校汽车类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-18804-0

I. ①新… II. ①崔…②韩… III. ①新能源—汽车—高等学校—教材 IV. ①U469.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第071023号

书 名: 新能源汽车概论

著作责任者: 崔胜民 韩家军 主编

策划编辑: 童君鑫

责任编辑: 姜晓楠

标准书号: ISBN 978-7-301-18804-0/TH·0237

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印刷者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×1092毫米 16开本 14.75印张 339千字

2011年5月第1版 2011年5月第1次印刷

定 价: 30.00元

---

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

石油短缺、环境污染和气候变暖是全球汽车产业面对的共同挑战，各国政府及产业界积极应对，纷纷提出各自的发展战略。新能源汽车成为 21 世纪汽车工业的发展热点。

我国是一个能源短缺的国家，非常重视新能源汽车的研发。在我国汽车业“十二五”规划中，新能源汽车被列为我国汽车行业今后 5 年发展的重中之重，规划中提出了到 2015 年，国内新能源汽车的年销量达到百万辆的目标。新能源汽车的发展重点将以汽车电动化和动力混合化两大技术结合为标志，进行产品换代与产业升级。同时，新能源汽车也被列为国家 7 个战略性新兴产业之一。希望本书的出版对普及新能源汽车知识，以及发展新能源汽车起到积极的促进作用。

本书全面系统地论述了新能源汽车的基础知识，共分 7 章：第 1 章阐述了新能源汽车的类型、发展新能源汽车的必要性、新能源汽车发展现状及趋势；第 2 章介绍了纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车、气体燃料汽车、生物燃料汽车、氢燃料汽车和太阳能汽车的基础知识；第 3 章和第 4 章描述了电动汽车关键系统——储能装置和电机驱动系统的类型、特点、工作原理和基本特性等；第 5 章讲解了电动汽车能量管理和制动能量回收系统；第 6 章讲授了电动汽车充电技术；第 7 章对新材料和新技术在汽车上的应用进行了介绍。

编者在本书的编写过程中查阅了大量书籍、文献和资料，引用了一些网上资料和参考文献中的部分内容，在此特向其作者表示深切的谢意。同时，对书中所用图片的拍摄者也表示感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大专家和读者批评指正。

编 者  
2011 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章 绪论</b> .....	1	2.3 燃料电池电动汽车 .....	40
1.1 新能源汽车的定义和分类 .....	2	2.3.1 燃料电池电动汽车的 类型 .....	40
1.1.1 新能源汽车的定义 .....	2	2.3.2 燃料电池电动汽车的 结构原理 .....	43
1.1.2 新能源汽车的分类 .....	3	2.3.3 燃料电池电动汽车的 特点 .....	49
1.2 发展新能源汽车的必要性 .....	4	2.3.4 燃料电池电动汽车 车型实例 .....	49
1.2.1 石油短缺 .....	5	2.4 气体燃料汽车 .....	52
1.2.2 环境污染 .....	6	2.4.1 天然气汽车 .....	52
1.2.3 气候变暖 .....	7	2.4.2 液化石油气汽车 .....	53
1.3 新能源汽车发展现状及趋势 .....	8	2.5 生物燃料汽车 .....	54
1.3.1 国外新能源汽车发展 现状 .....	9	2.5.1 甲醇燃料汽车 .....	54
1.3.2 国内新能源汽车发展 现状 .....	13	2.5.2 乙醇燃料汽车 .....	56
1.3.3 新能源汽车发展战略和 发展趋势 .....	17	2.5.3 二甲醚燃料汽车 .....	57
思考题 .....	18	2.6 氢燃料汽车 .....	58
<b>第 2 章 新能源汽车类型</b> .....	19	2.7 太阳能汽车 .....	59
2.1 纯电动汽车 .....	20	思考题 .....	61
2.1.1 纯电动汽车的类型 .....	20	<b>第 3 章 电动汽车储能装置</b> .....	62
2.1.2 纯电动汽车的结构原理 .....	21	3.1 概述 .....	63
2.1.3 纯电动汽车驱动系统布置 形式 .....	23	3.1.1 电池的类型 .....	63
2.1.4 纯电动汽车的特点 .....	25	3.1.2 电池的性能指标 .....	64
2.1.5 电动汽车的关键技术 .....	25	3.1.3 电动汽车对动力电池的 要求 .....	66
2.1.6 纯电动汽车车型实例 .....	26	3.2 蓄电池 .....	67
2.2 混合动力电动汽车 .....	30	3.2.1 铅酸蓄电池 .....	67
2.2.1 混合动力电动汽车的 定义与分类 .....	30	3.2.2 镍氢电池 .....	70
2.2.2 混合动力电动汽车的结构 原理 .....	32	3.2.3 镍镉电池 .....	72
2.2.3 混合动力电动汽车的 特点 .....	36	3.2.4 锂离子电池 .....	73
2.2.4 混合动力电动汽车车型 实例 .....	37	3.2.5 锌镍电池 .....	77
		3.2.6 空气电池 .....	78
		3.2.7 蓄电池的充电方法 .....	81
		3.2.8 蓄电池的性能测试 .....	83



3.3	燃料电池	89	4.3.4	无刷直流电动机的控制	123
3.3.1	燃料电池的分类	90	4.4	异步电动机	124
3.3.2	燃料电池电动汽车对燃料电池的要求	90	4.4.1	异步电动机的结构与特点	124
3.3.3	燃料电池的特点	91	4.4.2	异步电动机的工作原理与运行特性	126
3.3.4	燃料电池系统	92	4.4.3	异步电动机的控制	127
3.3.5	质子交换膜燃料电池	94	4.5	永磁同步电动机	131
3.3.6	碱性燃料电池	97	4.5.1	永磁同步电动机的结构与特点	131
3.3.7	磷酸燃料电池	98	4.5.2	永磁同步电动机的工作原理与运行特性	134
3.3.8	熔融碳酸盐燃料电池	100	4.5.3	永磁同步电动机的控制	136
3.3.9	固体氧化物燃料电池	100	4.6	开关磁阻电动机	139
3.3.10	直接甲醇燃料电池	103	4.6.1	开关磁阻电动机的结构与特点	139
3.3.11	微生物燃料电池	103	4.6.2	开关磁阻电动机的工作原理与运行特性	140
3.3.12	再生型燃料电池	104	4.6.3	开关磁阻电动机的控制	141
3.4	超级电容器	104	4.7	轮毂电机	144
3.5	飞轮电池	108	4.7.1	轮毂电机结构形式	144
思考题		110	4.7.2	轮毂电机应用类型	145
<b>第4章</b>	<b>电动汽车电机驱动系统</b>	<b>111</b>	4.7.3	轮毂电机驱动方式	145
4.1	概述	112	4.7.4	轮毂电机驱动系统的特点	146
4.1.1	电动汽车电机驱动系统的组成与类型	112	4.7.5	轮毂电机驱动系统的关键技术	147
4.1.2	电动机的额定指标	114	思考题		148
4.1.3	电动汽车对电动机的要求	114	<b>第5章</b>	<b>电动汽车能量管理与回收系统</b>	<b>149</b>
4.1.4	电动汽车电机驱动系统的发展趋势	115	5.1	电动汽车能量管理系统	150
4.2	直流电动机	116	5.1.1	电池管理系统的功能	151
4.2.1	直流电动机的分类	116	5.1.2	纯电动汽车能量管理系统	153
4.2.2	直流电动机的结构与特点	118	5.1.3	混合动力电动汽车能量管理系统	158
4.2.3	直流电动机的工作原理	119	5.2	电动汽车再生制动能量回收系统	161
4.2.4	直流电动机的转速控制	119			
4.3	无刷直流电动机	121			
4.3.1	无刷直流电动机的分类	121			
4.3.2	无刷直流电动机结构与特点	121			
4.3.3	无刷直流电动机的工作原理	123			

5.2.1 再生制动能量回收的方法和类型 .....	162	7.3.1 表面装饰技术的定义与分类 .....	190
5.2.2 电动汽车的再生制动能量回收系统 .....	165	7.3.2 表面装饰技术的工艺与特点 .....	190
思考题 .....	168	7.3.3 表面装饰技术在汽车上的应用 .....	194
<b>第 6 章 电动汽车充电技术</b> .....	169	7.4 现代控制技术 .....	196
6.1 电动汽车充电装置 .....	170	7.4.1 控制技术的分类 .....	196
6.1.1 电动汽车对充电装置的要求 .....	170	7.4.2 汽车控制系统的分类 .....	199
6.1.2 电动汽车充电装置的类型 .....	170	7.5 仿真技术 .....	200
6.1.3 电动汽车充电方法 .....	171	7.5.1 仿真技术的作用 .....	200
6.1.4 电动汽车充电方式 .....	172	7.5.2 ADVISOR 高级车辆仿真器 .....	201
6.2 电动汽车充电机 .....	176	7.6 车载网络技术 .....	206
6.2.1 电动汽车充电机类型 .....	176	7.6.1 CAN 总线 .....	207
6.2.2 电动汽车充电机的电气参数和技术指标 .....	176	7.6.2 LIN 总线 .....	210
6.2.3 电动汽车充电机的技术要求 .....	177	7.6.3 FlexRay 总线 .....	211
6.2.4 电动汽车充电机实例 .....	177	7.6.4 MOST 总线 .....	211
思考题 .....	180	7.6.5 电动汽车网络信号 .....	213
<b>第 7 章 新材料和新技术应用</b> .....	181	7.6.6 电动汽车网络结构 .....	213
7.1 镁合金 .....	182	7.7 汽车线控转向系统 .....	214
7.1.1 镁合金的类型和特性 .....	182	7.7.1 汽车线控转向系统的结构 .....	215
7.1.2 镁合金的主要成型工艺 .....	183	7.7.2 汽车线控转向系统的工作原理 .....	216
7.1.3 镁合金材料在汽车上的应用 .....	184	7.7.3 汽车线控转向系统的特点 .....	216
7.2 碳纤维 .....	186	7.7.4 汽车线控转向系统的硬件要求和所需模块 .....	217
7.2.1 碳纤维的定义和分类 .....	186	7.8 汽车线控制动系统 .....	218
7.2.2 碳纤维的特性 .....	186	7.8.1 汽车线控制动系统的结构 .....	219
7.2.3 碳纤维在汽车上的应用 .....	187	7.8.2 汽车线控制动系统的特点 .....	222
7.3 表面装饰技术 .....	190	思考题 .....	224
		<b>参考文献</b> .....	225



# 第 1 章

## 绪 论



### — 教学目标

通过本章的学习，要求读者能够掌握什么是新能源汽车及其种类，了解发展新能源汽车的必要性和国内外新能源汽车的发展现状，对新能源汽车的发展战略和发展趋势有明确的认识。



### — 教学要求

知识要点	能力要求	相关知识
新能源汽车的定义与分类	掌握什么是新能源汽车，新能源汽车包括哪些类型	通过对普通燃油汽车与新能源汽车的对比，掌握新能源汽车的概念； 根据驱动汽车的能量不同，掌握新能源汽车的类型
发展新能源汽车的必要性	了解为什么要大力发展新能源汽车	石油短缺、环境污染、气候变暖是发展新能源汽车的根本原因
新能源汽车发展现状	通过对国内外新能源汽车发展现状的分析，可以对新能源汽车有较全面的了解，以便更好地发展我国新能源汽车产业。	美国、日本、德国、法国和中国的新能源汽车
新能源汽车发展战略和发展趋势	通过对新能源汽车发展战略和发展趋势的认识，可以指导发展新能源汽车的方向	电池、电机、汽车产业政策





## 导入案例

图 1.1 是依据 2010 年《BP 世界能源统计》中的有关数据，以 2009 年的开采速度，世界一次能源所能开采的年限。到 2020 年交通用油占全球石油总消耗的 62% 以上。



图 1.1 世界一次能源开采年限

图 1.2 是某城市空气污染的照片。全球大气污染 42% 源于交通车辆的污染，在北京、上海和广州等大城市中，汽车对空气污染的分担率已超过 60%。

图 1.3 是 1999 年科考人员在北极拍摄的照片。由于气候变暖，一只北极熊正从一块浮冰向另一块浮冰跳越。全球气候变暖使得北极的生态环境更加脆弱。CO<sub>2</sub> 是全球最重要的温室气体，是造成气候变暖的主要原因。汽车排放的尾气中包含的 CO<sub>2</sub> 产生全球性的温室效应，使得气候异常，从而引发飓风等自然灾害。如果大气中的 CO<sub>2</sub> 浓度增加一倍，气温将上升约 1.5~4.5℃。



图 1.2 城市空气污染

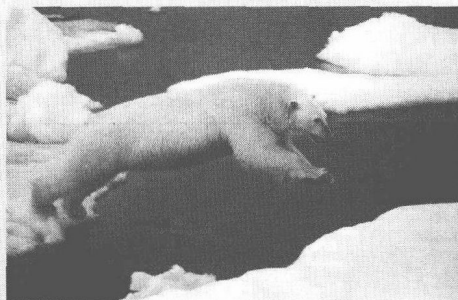


图 1.3 气候变暖

试想，50 年后，如果汽车还都使用传统的燃油，生活将会变成什么样？

面对石油短缺、环境污染、气候变暖等问题的出现，新能源汽车是汽车工业发展的必然趋势。

## 1.1 新能源汽车的定义和分类

### 1.1.1 新能源汽车的定义

新能源汽车英文为 New Energy Vehicles，我国 2009 年 7 月 1 日正式实施了《新能源

汽车生产企业及产品准入管理规则》，此规则明确指出：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。

### 1.1.2 新能源汽车的分类

新能源汽车包括的范围较广，一般可分为电动汽车、气体燃料汽车、生物燃料汽车和氢燃料汽车等。

#### 1. 电动汽车

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。

纯电动汽车是指以电池为储能单元，以电动机为驱动系统的汽车；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；燃料电池电动汽车是指采用燃料电池作为电源的电动汽车。

#### 2. 气体燃料汽车

气体燃料汽车是指利用可燃气体作为能源驱动的汽车。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3种：压缩天然气(Compressed Natural Gas, CNG)，主要成分为甲烷；液化天然气(Liquefied Natural Gas, LNG)，甲烷经深度冷冻液化；液化石油气(Liquefied Petroleum Gas, LPG)，主要成分是丙烷和丁烷的混合物。

气体燃料汽车一般有3种，即专用气体燃料汽车、两用燃料汽车和双燃料汽车。专用气体燃料汽车是以液化石油气、天然气或煤气等气体为发动机燃料的汽车，如天然气汽车、液化石油气汽车等，这种汽车可以充分发挥天然气理化性能特点，价格低、污染少，是最清洁的汽车；两用燃料汽车是指具有两套相对独立的供给统系，一套供给天然气或液化石油气，另一套供给天然气或液化石油气之外的燃料，两套燃料供给系统可分别但不可共同向气缸供给燃料的汽车，如汽油/压缩天然气两用燃料汽车、汽油/液化石油气两用燃料汽车等；双燃料汽车是指具有两套燃料供给系统，一套供给天然气或液化石油气，另一套供给天然气或液化石油气之外的燃料，两套燃料供给系统按预定的配比向气缸供给燃料，在气缸混合燃烧的汽车，如柴油-压缩天然气双燃料汽车、柴油-液化石油气双燃料汽车等。

#### 3. 生物燃料汽车

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

#### 4. 氢燃料汽车

氢燃料汽车是指以氢为主要能量驱动的汽车。一般汽车使用汽油或柴油作为内燃机的燃料，而氢燃料汽车则使用气体氢作为内燃机的燃料。

氢内燃机在汽车上的应用方式有以下3种。

(1) 纯氢内燃机。纯氢内燃机只产生 $\text{NO}_x$ 排放，但中、高负荷时存在爆震，且 $\text{NO}_x$ 生成量远大于汽油机，发动机功率受限且氢气消耗量大，续驶里程短，这些问题需要进一



步研究解决。

(2) 氢/汽油两用燃料内燃机。它可根据燃料的存储状况灵活选择汽油和氢进入纯汽油或纯氢气内燃机模式。

(3) 氢-汽油双燃料内燃机。它可将少量氢气作为汽油添加剂混入空气中，氢气扩散速率大，能够促进汽油的蒸发、雾化和与空气的混合；氢燃烧过程中产生活性自由基，能使汽油火焰传播速度明显加快，得到较大的热效率，并产生较低的排放。

除了以上提到的4种新能源汽车外，新能源汽车还包括利用太阳能、原子能等其他能量形式驱动的汽车。



### 阅读材料1-1

#### 能源的定义与分类

能源是可以直接或经转换提供人类所需的光、热、动力等任一形式能量的载能体资源。通常凡是能被人类加以利用以获得有用能量的各种来源都可以称为能源。

能源种类繁多，而且经过人类不断的开发与研究，更多新能源已经开始能够满足人类需求。根据不同的划分方式，能源也可分为不同的类型。

按来源能源可分为3种：来自地球外部天体的能源，如太阳能；地球本身蕴藏的能量，如原子核能、地热能等；地球和其他天体相互作用而产生的能量，如潮汐能。

按产生方式能源可分为2种：一次能源，如煤炭、石油、天然气资源等；二次能源，如电力、煤气、汽油、柴油等。

按性质能源可分为2种：有燃料型能源，如煤炭、石油、天然气、泥炭、木材等；非燃料型能源，如水能、风能、地热能、海洋能等。

按能源消耗后是否造成环境污染能源可分为2种：污染型能源，如煤炭、石油等；清洁型能源，如水力、电力、太阳能、风能以及核能等。

根据使用类型能源可分为2种：常规能源，如煤炭、石油、天然气等；新型能源，如太阳能、风能、地热能、海洋能、生物能以及用于核能发电的核燃料等。

人们对一次能源又进一步加以分类。凡是不断得到补充或能在较短周期内再产生的能源称为再生能源，反之称为非再生能源。风能、水能、海洋能、潮汐能、太阳能和生物质能等是可再生能源；煤、石油和天然气等是非再生能源。

随着全球各国经济发展对能源需求的日益增加，现在许多发达国家都更加重视对可再生能源、环保能源以及新型能源的开发与研究。随着人类科学技术的不断进步，会不断开发研究出更多新能源来替代现有能源，以满足全球经济发展与人类生存对能源的高度需求，而且能够预计地球上还有很多尚未被人类发现的新能源。

## 1.2 发展新能源汽车的必要性

石油短缺、环境污染、气候变暖是全球汽车产业面对的共同挑战，各国政府及产业界

纷纷提出各自的发展战略,积极应对,以保持其汽车产业的可持续发展,并提高未来的国际竞争力。新能源汽车已成为21世纪汽车工业的发展热点。

### 1.2.1 石油短缺

世界能源主要包括石油、天然气、煤炭等,目前汽车的燃料主要是来自于石油的汽油和柴油。在上海首发的2010年《BP世界能源统计》显示,截至2009年年底,全球已探明的石油储量为13331亿桶,以2009年的开采速度,可开采45.7年。以同样的方式计算,现有天然气储量能满足62.8年的开采,而煤炭储量可开采119年。

2007年,在世界能源消耗总量中,石油占35%,煤炭占29%,天然气占24%,其他占12%。随着时间的推移,能源消耗结构会发生变化,新型能源消耗的比例将不断增加。

截至2010年1月1日,全球前10大探明石油储量国排名见表1-1,石油储量总共为11279亿桶,占世界石油储量的84.6%。

表1-1 全球前十大探明石油储量国排名

排名	1	2	3	4	5
国家	沙特阿拉伯	加拿大	伊朗	伊拉克	科威特
储量(亿桶)	2599	1752	1376	1150	1015
所占比例	21.8%	14.69%	11.54%	9.65%	8.51%
排名	6	7	8	9	10
国家	委内瑞拉	阿联酋	俄罗斯	利比亚	尼日利亚
储量(亿桶)	994	978	600	443	372
所占比例	8.34%	8.2%	5.03%	3.72%	3.12%

石油在交通领域的消费逐年增长。国际能源机构(IEA)的统计数据表明,2001年全球57%的石油消费在交通领域(其中美国达到67%)。预计到2020年交通用油占全球石油总消耗的62%以上。美国能源部预测,2020年以后,全球石油需求与常规石油供给之间将出现净缺口,2050年的供需缺口几乎相当于2000年世界石油总产量的两倍。

我国是一个能源短缺的国家,已探明石油储量约160亿桶,约占世界储量的1.1%,但却是一个能源消费大国。我国的石油消耗量仅次于美国,位居世界第2位,原油消费年均增长率为6%以上,与国际通行的石油消费强度相比,我国石油消费强度为0.19,大体相当于日本的4倍,欧洲的3倍,美国的2倍。据预测,未来几年,我国原油进口量的增长比例将达到10%以上,成品油的进口量增长比例为8%左右,总的石油进口量增长比例将达到年均6%。国际能源机构预测,随着中国汽车购买量的增加,到2030年,我国石油消耗量的80%需要依靠进口。

目前世界汽车保有量约8亿辆,预计到2030年全球汽车保有量将突破20亿辆,主要增量来自发展中国家。

我国汽车产量逐年增加。2009年我国共生产汽车1379.09万辆,居世界第1位,而且远远领先于排名第2位的日本(793.45万辆)。2010年达到1826.47万辆,我国已成为世界第一汽车生产大国和第一新车销售市场。



我国汽车保有量增加迅速。至 2009 年年底,我国汽车保有量已达 7619.31 万辆,与 2008 年相比,增加 1152.10 万辆,增长 17.81%。预计到 2020 年,全国汽车保有量将达到 2 亿辆,由此带来的能源安全问题将更加突出。

汽车消费的快速增长导致石油消耗加速增长。我国机动车燃油消耗量约占全国总油耗的 1/3,这也使得我国石油对外依存度每年都在不断攀升,有关资料显示,2000 年为 33.8%,2006 年为 46%。汽车将成为石油消耗增长的主要因素。2010 年我国石油消耗的 61% 依赖进口,而汽车的石油消耗占国内石油总需求的 43%,到 2020 年上述比例将分别增至 76% 和 57%。表 1-2 为我国 2005—2007 年汽油和柴油的消耗情况。可以看出,全国汽油的消耗主要是汽车消耗,约占 87%,而汽车柴油的消耗占 38% 左右。

表 1-2 汽车占全国汽油和柴油消耗的比例

年份	汽 油			柴 油		
	汽油消耗量 /万吨	汽车消耗量 /万吨	汽车消耗比例 (%)	柴油消耗量 /万吨	汽车消耗量 /万吨	汽车消耗比例 (%)
2005	4816	4193	86.7	10967	3971	36.2
2006	5209	4547	87	11600	4469	38.5
2007	5606	4894	87	12422	5050	40.7

从我国单车耗油量来看,平均单车所耗油的实际值约 2.5 吨,比美国高 10%~25%,比日本高 1 倍以上。

### 1.2.2 环境污染

燃油汽车在行驶过程中会产生大量的有害气体,不但污染环境,还大大地影响人类健康。汽车尾气排放的主要污染物为一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、铅(Pb)、细微颗粒物及硫化物等。这些一次污染物还会通过大气化学反应生成光化学烟雾、酸沉降等二次污染物。全球大气污染的 42% 源于交通车辆产生的污染。随着城市机动车数量的快速增长,机动车排气污染已成为城市大气污染的主要贡献者。一些城市机动车排放的污染物对多项大气污染指标的贡献率已达到 70%。机动车排放污染已对城市大气污染构成了严重威胁。因此,必须研究改善城市机动车排放污染的对策和措施。

即使每一辆机动车都达到了国家规定的排放法规要求,也不能保证城市的交通污染就一定可以达到环保标准要求。这是由于大量机动车在一定时间、空间内的相对集中,从而造成城市的某一地区在排放污染物总量上超标。因此,从机动车管理的角度来考虑,减轻环境污染就要疏导交通,提高机动车运行速度,优化路网布局,合理分配车流,减少城市中心区的车流密度,改善汽车运行工况,降低机动车污染物排放。

欧洲制订了旨在限制汽车污染物排放的欧 V 和欧 VI 标准。根据新标准,未来欧盟国家对本地生产及进口汽车的污染物排放量,特别是氮氧化物和颗粒物排放量的控制将日益严格。

欧 V 标准于 2009 年 9 月 1 日开始实施。根据这一标准,柴油轿车的氮氧化物排放量不应超过 180mg/100km,比欧 IV 标准规定的排放量减少了 28%;颗粒物排放量则比欧 IV 标准规定的减少了 80%,所有柴油轿车必须配备颗粒物滤网。柴油 SUV 执行欧 V 标准的时间是 2012 年 9 月。

相对于欧 V 标准, 将于 2014 年 9 月实施的欧 VI 标准则更加严格。根据欧 VI 标准, 柴油轿车的氮氧化物排放量不应超过 80mg/100km, 与欧 V 标准相比, 欧 VI 标准对人体健康的益处将增加 60%~90%。

柴油面包车和 7 座以下载客车实施欧 V 和欧 VI 标准的时间将分别比轿车晚 1 年。2010 年 9 月, 面包车等实施欧 V 标准, 面包车的氮氧化物排放量不应超过 280mg/100km; 2015 年 9 月实施欧 VI 标准后, 新款面包车的氮氧化物排放量不应超过 125mg/100km。

北京于 2008 年在国内率先对新车实行国 IV 排放标准, 2010 年国内新车销售全面实施了该标准, 我国生产汽车的排放控制技术水平与国外先进水平差距有望由 2000 年的 8 年缩短到 5 年。国 V 标准正在制订中, 北京有望在 2012 年实施。



### 阅读材料 1-2

#### 汽车排放标准

汽车排放标准是国家对汽车污染源排入环境的污染物的浓度或总量所作的限量规定。2004 年 7 月 1 日, 全国范围内开始实施国 II 排放标准; 2007 年 7 月 1 日, 全国范围内开始实施国 III 排放标准; 北京于 2008 年在国内率先对新车实行国 IV 排放标准; 2010 年国内新车销售全面实施了该标准。汽车排放限值见表 1-3。

表 1-3 排放限值

(g/km)

	国 II	国 III	国 IV
一氧化碳(CO)	2.20	2.20	1.00
总碳氢化合物(HC)	—	0.20	0.10
氮氧化物(NO <sub>x</sub> )	—	0.15	0.08
碳氢化合物和氮氧化物(HC+NO <sub>x</sub> )	0.50	—	—

在欧洲, 汽车排放的标准一般每 4 年更新一次。从 1992 年开始实行了欧 I 标准, 从 1996 年开始实行了欧 II 标准, 从 2000 年开始, 实行了欧 III 标准, 从 2005 年开始, 实行了欧 IV 标准, 2009 年 9 月 1 日开始实行了欧 V 标准。

我国汽车国 III、国 IV 排放标准在污染物排放限值上与欧 III、欧 IV 标准完全相同, 但在实验方法上作了一些改进, 在法规格式上也与欧 III、欧 IV 标准有很大差别。

### 1.2.3 气候变暖

能源的大量消耗会带来温室气体排放问题。二氧化碳是全球最重要的温室气体, 是造成气候变化的主要原因, 而它主要来自化石燃料的燃烧。

据世界上许多科学家预测, 未来 50~100 年人类将完全进入一个变暖的世界。由于人类活动的影响, 温室气体和硫化物气溶胶的浓度增加过快, 未来 100 年全球平均地表温度将上升 1.4~5.8℃, 到 2050 年我国平均气温将上升 2.2℃。

越来越多的证据证明, 人类活动是造成气候变暖的原因, 而气候变暖又是由于大气中聚集了大量温室气体, 主要是二氧化碳。



气候变化风险加剧，交通领域二氧化碳排放成为关注重点。据 IEA 估计，汽车二氧化碳总排放量将从 1990 年的 29 亿吨增加到 2020 年的 60 亿吨。汽车对地球环境造成了巨大影响。

控制消费和节约能源是减少二氧化碳排放量的重要途径。仅在工业发达国家，人均能源的消费指数为 1~3 不等，这就表明，节约能源的余地是极大的。当然，还可以考虑保持适当的消费水平，同时用那些不会产生温室效应的替代品来取代那些会造成污染的能源。

为了减少汽车对全球气候变暖的影响，削减温室气体二氧化碳的排放，汽车应尽量采用小排量发动机和稀薄燃烧发动机，最大限度地提高能源利用效率，从而减少汽车对全球气候变暖的影响。为了减少汽车二氧化碳的排放量，汽车二氧化碳排放法规开始实施。2008 年，欧盟要求轿车二氧化碳排放达到 140g/km，对于汽油车，对应油耗 6L/100km 以下；2012 年，达到 120g/km；2020 年，达到 100g/km。

如果我国采用一系列先进技术，包括电动汽车、天然气汽车和以天然气为燃料的内燃机技术，到 2030 年，我国汽车二氧化碳的排放总量有可能降低 45%。



### 阅读材料 1-3

#### 世界各国制定汽车碳排放标准

在鼓励和推动电动汽车研发和产业化的同时，世界各国制定了更加严格的汽车排放和燃料经济性法规。其特点是把二氧化碳的排放作为燃油经济性的重要度量。

欧盟通过减少汽车二氧化碳排放的指令来限制新车的排放，到 2015 年，欧洲新车二氧化碳平均排放将逐步降至 130g/km，到 2020 年为 95g/km。美国通过的燃油经济条例的目标是到 2016 年在美国销售的平均二氧化碳排放 155g/km。到 2020 年要与世界先进持平。日本的目标是 2015 年 155g/km，2020 年 115g/km。低于限额的产品将得到鼓励。中国也推出了新的油耗法规，并计划于 2015 年实施，相应折算的二氧化碳排放为 161g/km，并且明确指出要通过我们的努力，争取到 2020 年，我国汽车排放和能耗达到国际先进水平。

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。大力推进传统汽车节能减排和新能源汽车产业化，成为我国汽车产业亟须解决的重大课题。

## 1.3 新能源汽车发展现状及趋势

汽车在一百多年的发展历史中，为能源危机所迫，于是人类另寻出路开始研发新能源汽车，新能源汽车量产的历史只有十余年。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高度重视。

### 1.3.1 国外新能源汽车发展现状

#### 1. 美国

发展电动汽车等各种新能源车,对于汽车大国美国来说,早在 150 年前就不再是新话题。美国人托马斯·达文波特 1834 年就制造出第一辆直流电机驱动的电动汽车并获专利。在早期的美国汽车消费市场上,电动汽车还曾与蒸汽车和内燃机车三分天下。但随着美国得克萨斯州石油的开发和内燃机技术的大大提高,电动汽车渐失优势,从此停滞了大半个世纪。如今石油资源紧缺、大气污染严重,以电动汽车为中心的新能源汽车才备受关注。

通用、福特和克莱斯勒 3 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,再加上石油资源的压力和日益盛行的环保要求,美国开始在新能源汽车领域发力。

当前国际上车用替代燃料发展主要是乙醇和生物柴油等非化石类燃料,美国一直致力于提高乙醇以及生物柴油等可再生资源的使用量。

2007 年 1 月 24 日,时任美国总统小布什发表国情咨文,宣布了替代能源和节能政策,提出美国努力在未来 10 年之内将汽油使用量降低 20%,这样美国就能将从中东进口石油的量削减 3/4,其中有 15%(350 亿加仑)是通过利用可再生燃料以及其他替代燃料实现的。为此,政府也对生产燃料乙醇制定了优惠政策。同时,美国政府也鼓励以混合动力电动汽车为代表的其他新能源汽车的使用。美国的混合动力电动汽车在 2004 年前后进入商业化推广阶段,2007 年 5 月初,美国国内收入局(IRS)调整针对环保车辆的税收优惠措施,规定消费者购买通用、福特、丰田、日产等公司生产的符合条件的混合动力车,可以享受 250~2600 美元不等的税款抵免优惠。2009 年混合动力电动汽车销售 29 万辆,占美国汽车总销量的 2.8%左右。虽然美国是混合动力电动汽车全球销量最大的国家,但混合动力电动汽车在美国的汽车销量占有比例还不算高。

推动新能源汽车发展是奥巴马政府能源政策的组成部分。美国总统奥巴马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。奥巴马上任后,通过进一步制定严格的汽车燃油排放标准和新能源汽车政策,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。

奥巴马 2009 年 4 月曾表示,联邦政府将购买由美国 3 大汽车厂商制造的 1.76 万辆包括新能源汽车在内的节能汽车。尽管这一举措并不能改变美国汽车业衰退的现状,但它具有明显的象征意义,也是奥巴马鼓励发展新能源汽车的具体体现。

在奥巴马签署生效的经济刺激计划中,把充电式混合动力电动汽车,作为刺激经济和拯救汽车业的一张王牌。在他的倡导下,联邦政府为推进充电式混合动力电动汽车计划,在短短几个月内紧锣密鼓地出台了一系列强力措施,斥资 140 亿美元支持动力电池、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。美国还设立了一个总量为 250 亿美元的基金,以低息贷款方式支持厂商对节能和新能源汽车的研发和生产,目标是每年汽车燃油经济性提高一倍。日产和福特公司分别获得 59 亿和 16 亿美元的贷款,成为该基金的第一批受益者。

驱动混合动力电动汽车行驶的电池组技术是需要突破的关键。奥巴马在考察位于加利





福尼亚州一家电动汽车测试中心时宣布，美国能源部将设立 20 亿美元的政府资助项目，用以扶持新一代电动汽车所需的电池组及其部件的研发。为此，道氏化学、韩国 LG 等四家电池制造商宣布了在美国密歇根州的投资计划，总额达 17 亿美元，它们也相应得到了总额 5.4 亿美元的税收优惠。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。

所有新能源政策，更加明确了研发汽车新产品的方向和目标。预计到 2012 年，美国联邦政府购车中会有一半是充电式混合动力电动汽车或纯电动汽车，到 2015 年，美国本土将有 100 万辆混合动力电动汽车投入使用。

2010 年 4 月 1 日在纽约举行的国际汽车展上，新一代的新能源汽车，如电动汽车、油电混合动力电动汽车和体积小的节能车毫无悬念地占据了中心舞台。

在同一天，美国奥巴马政府公布新规定，首次为新轿车和轻型货车订立温室效应气体排放标准，从目前的每加仑汽油平均跑约 41 千米，提高到 2016 年前跑约 57 千米，鼓励发展新一代省油的油电混合动力电动汽车、效率更高的引擎和电动汽车，从而终结了美国联邦管理官员与汽车制造商长达 30 年的激烈争执，这个目标比现行美国法律所作规定提早了 4 年。

美国总统奥巴马提出在 2015 年以前推广 100 万辆这种环保汽车。为鼓励美国消费者购买，他还宣布将给予购买插电式电动汽车的人每辆车 7500 美元抵税额。

美国政府提高气体排放新标准就是一个有划时代意义的措施。美国政府估计这一标准将耗费汽车制造业 520 亿美元，但政府提供的补助新能源汽车买主每人 7500 美元抵税的办法，可为汽车制造业带来 2400 亿美元的生意。

据统计，美国有超过 24 家制造商开始制造或计划推出电动汽车。底特律三巨头尽管大量裁员、削减大型 SUV 车型的生产，却仍将大笔研发费用砸在新能源车型的开发上，通用汽车将推出的新能源汽车——雪佛兰 Volt 被美国人寄予厚望，分析人士说，以通用的这一款车为代表的新能源汽车，可望成为新的美国汽车精神的标志。

Volt 首批上市车预计为 4000~6000 辆，2011 年的全年产量将增至约 1 万辆。通用未来将朝氢燃料电池发展，并会在 2011 年推出 Opel Ampera 长距续航电动汽车。

但同为美国汽车巨头的福特和克莱斯勒公司，在电动汽车及燃料电池汽车的研发上则略逊一筹。克莱斯勒公司表示，该公司最早的电动汽车上市仍需 3~5 年时间。福特公司早在 2002 年就不断有各种车型的燃料电池版本出现，但目前仍只能推出 Focus 和 Fusion 等节能汽车。

与三大车厂相比，美国硅谷的创投企业表现更为耀眼，全电动汽车厂 Tesla Motors 获美国能源部 4.65 亿美元贷款，研发 Model S 四门新电动汽车，预计在 2012 年正式推出。Tesla 已在全球 18 个国家售出 937 辆全电动跑车“Roadster”。

在国外，成立联盟已成为国外发展新能源产业的重要途径之一，2009 年，美国电动汽车产业链上的各方发起成立了美国电动汽车联盟(The Electrification Coalition, EC)，成员涵盖雷诺汽车、江森自控、太平洋燃气和电力公司、A123 电池系统公司、联邦快递公司等企业。美国电动汽车联盟主要致力于从政策和行动上推动大规模实施电动汽车计划，最终改变美国经济、环境和对化石能源严重依赖的现状，实现美国电动汽车运输的革命性变化。

美国电动汽车联盟提出的电动汽车发展目标和行动计划，主要内容有：①到 2040 年美国将拥有 2.5 亿辆电动车，其中 3/4 的轻型车需求由电动汽车提供，届时美国轻型车耗