



高等职业教育“十三五”规划教材

新能源 汽车技术

(第二版)

赵振宁 柴茂荣 主 编
李春明 主 审



电子课件下载

www.ccpres.com.cn



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高等职业教育“十三五”规划教材

Xinnengyuan Qiche Jishu 新能源汽车技术

(第二版)

赵振宁 柴茂荣 主编
李春明 主审



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书为高等职业教育“十三五”规划教材。全书共 19 章,主要包括新能源汽车发展史、新能源汽车现状、储能装置、电力电子变换、电动汽车电动机、电动汽车变频器、电动汽车传动系统、典型纯电动汽车、典型混合动力汽车、氢燃料电池汽车、其他新能源汽车、蓄电池管理系统、直流—直流转换器、电动助力转向系统、电动汽车制动系统、电动汽车仪表、电动汽车空调系统、电动汽车充电和电动汽车高压安全技术。

本书可作为高职高专院校汽车检测与维修、汽车运用与维修技术、新能源汽车技术等专业的教材,也可供从事本专业工作的工程技术人员作入门参考。

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车技术 / 赵振宁, 柴茂荣主编. —2 版

. 一北京:人民交通出版社股份有限公司, 2017. 3

高等职业教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-114-13679-5

I. ①新… II. ①赵… ②柴… 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(2017)第 029446 号

书 名: 新能源汽车技术(第二版)

著 作 者: 赵振宁 柴茂荣

责任编辑: 翁志新

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 17.25

字 数: 381 千

版 次: 2013 年 4 月 第 1 版

2017 年 3 月 第 2 版

印 次: 2017 年 3 月 第 2 版 第 1 次印刷 累计第 6 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-13679-5

定 价: 38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)

前言

QIANYAN

目前,“新能源汽车技术”已是全国高职高专院校汽车类专业普遍开设的课程,该课程的主要任务是让学生了解纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池汽车及其他新能源汽车的发展趋势、结构及工作原理。新能源汽车是集机、电学科领域中最新技术的产品,是国家工业发展水平的标志之一。纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车正在引发一场世界汽车工业的革命。现阶段混合动力汽车和纯电动汽车已经正式销售,市场份额也在逐渐增加。燃料电池汽车目前从成本角度讲,距离市场化还有一定的时间。

本教材将新能源技术与汽车技术结合得十分紧密,教材中主要以国内合资汽车厂商或自主品牌汽车厂商开发的新能源汽车车型为例进行讲解,基本涵盖了市场上的主流车型和各类新能源汽车的典型结构。

本书主要由长春汽车工业高等专科学校的赵振宁老师编写,燃料电池部分由日本三井公司柴茂荣博士进行修改,由长春汽车工业高等专科学校校长李春明主审。

由于各车厂的技术路线和设计差异很大,加之作者水平有限及本书的篇幅所限,难免会有错漏或不当之处,希望读者不吝指正,作者也会尽量把最新最准的新能源汽车技术展现在读者面前。

未经作者同意,严禁对本书内容进行部分复制和传播,否则追究法律责任。

谨将此书献给多年来给予作者帮助的各界朋友及广大读者。

赵振宁

2016年11月

目 录

➔ M U L U

第一章 新能源汽车发展史	1
第一节 纯电动汽车历史	1
第二节 混合动力汽车发展历史	3
第三节 燃料电池汽车发展史	6
第二章 新能源汽车现状	8
第一节 新能源汽车概述	8
第二节 我国新能源汽车发展	9
第三节 我国对电动汽车有哪些促进政策	13
第四节 国内电动轿车	15
第三章 储能装置	18
第一节 储能装置的性能指标	18
第二节 铅酸蓄电池	23
第三节 镍基电池	25
第四节 锂离子电池	30
第五节 钠硫电池	33
第六节 超级电容	34
第七节 飞轮电池	37
第八节 储能装置的复合结构形式	41
第四章 电力电子变换	45
第一节 IGBT 和 IPM 简介	45

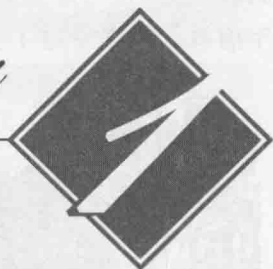
第二节 IGBT 的栅极驱动和隔离	49
第三节 IGBT 和 IPM 保护电路	52
第四节 IGBT 的使用和检修	57
第五章 电动汽车电动机	59
第一节 电动汽车电动机简介	59
第二节 电动汽车永磁电动机结构	60
第三节 三相逆变过程	63
第四节 电动机解角传感器	66
第五节 电动汽车感应电动机	67
第六章 电动汽车变频器	72
第一节 汽车变频器简介	72
第二节 电动机和逆变器冷却系统	78
第七章 电动汽车传动系统	82
第一节 电动汽车传动系统结构	82
第二节 纯电动汽车传动系统	83
第三节 轮毂电动机	85
第四节 AMT 在新能源汽车上的应用	88
第八章 典型纯电动汽车	91
第一节 日产聆风(Leaf)	91
第二节 一汽奔腾 B50 EV	94
第九章 典型混合动力汽车	97
第一节 混合动力汽车为什么会省油	97
第二节 混合动力汽车分类	99
第三节 微混型混合动力系统	104
第四节 轻混型混合动力汽车	106
第五节 比亚迪 F3 双模式	108
第六节 通用 VOLT 串联型混合动力汽车	110
第七节 丰田普锐斯混联型	112
第八节 一汽 B50 插电式混合动力	120
第十章 氢燃料电池汽车	122
第一节 氢燃料电池汽车概述	122
第二节 燃料电池分类和发展状况	124
第三节 质子交换膜燃料电池	127

第四节	典型燃料电池汽车系统结构	131
第五节	丰田 Mirai(未来)燃料电池汽车	136
第六节	中国燃料电池汽车的发展现状	137
第十一章	其他新能源汽车	144
第一节	天然气汽车	144
第二节	车用 LNG 供气系统	146
第三节	CNG/LNG 发动机	150
第四节	压缩空气汽车	155
第五节	空气混合动力汽车	157
第六节	太阳能汽车	159
第十二章	蓄电池管理系统	162
第一节	电池管理系统功能	162
第二节	丰田普锐斯电池管理系统	164
第三节	电池管理系统技术	168
第十三章	直流—直流转换器	173
第一节	DC/DC 转换器简介	173
第二节	电动汽车辅助子系统	174
第三节	单、双向 DC/DC 转换器工作原理	177
第十四章	电动助力转向系统	182
第一节	电动转向系统简介和分类	182
第二节	奥迪双小齿轮电动机助力转向系统	183
第三节	转向装置电控部分	190
第十五章	电动汽车制动系统	195
第一节	电动汽车制动系统概述	195
第二节	带有真空助力器的制动系统	198
第三节	线控制动系统组成	200
第四节	线控制动系统工作原理	206
第五节	电动汽车能量回馈控制原理	214
第十六章	电动汽车仪表	220
第一节	传统汽车仪表	220
第二节	电动汽车新增仪表及功能	223
第十七章	电动汽车空调系统	227
第一节	电动汽车空调制冷方式	227

第二节	空调制热方式和空调压缩机	230
第三节	普锐斯空调系统	236
第十八章	电动汽车充电	243
第一节	电动汽车充电方式	243
第二节	充电机功能	248
第三节	电动汽车传导式充电接口	252
第十九章	电动汽车高压安全技术	259
第一节	民用电 TN 网络	259
第二节	高压安全防护	262
第三节	电动汽车绝缘电阻监测方法	265
参考文献		268

第一章

Chapter



新能源汽车发展史



第一节 纯电动汽车历史

1886年,卡尔·奔驰发明了以内燃机为动力的汽车,不过电动车却比以内燃机为动力的汽车有更长的历史。电动车的历史可追溯到1834年,托马斯达文波特(Thomas Davenport)制造了一辆电动三轮车,它由一组不可充电的干电池驱动,只能行驶一小段距离。第一辆以可充电电池为动力的电动车于1881年在法国巴黎出现,它是法国工程师法国人古斯塔夫土维装配的以铅酸电池为动力的三轮车(图1-1)。

与19世纪末的以内燃机为动力的汽车相比,电动车除了车速略低,在其他方面的优点很多,比如起动方便,而且电动机工作时没有噪声、振动和难闻的汽油味。而且,直流电动机低转速时大转矩输出特性使它用作汽车动力时不需要复杂的传动系统且操作简便,因而电动车成了机动交通工具的一个主要发展方向。

19世纪末到20世纪初,是电动车的黄金时期,法国和英国都出现了电动车制造公司,图1-2所示为1882年维尔纳·冯·西门子制造的无轨电车。1899年4月29日,比利时人卡米尔杰那茨(Camille Jenatzy)驾驶着一辆名为“快乐”(La Jamais Contente)的炮弹外形电动车以105.88km/h的速度刷新了由汽油发动机保持的世界汽车最高车速的速度记录(图1-3),这是汽车速度第一次突破100km/h大关,快乐电动车保持着这个汽车速度记录进入到了20世纪。

与此同时,大洋彼岸的美国在汽车的普及上比欧洲稍晚,但他们有自己的优势,美国在电力技术发展和普及上领先于欧洲。发明了电灯、留声机的美国著名的科学家托马斯·爱迪生是电动车的坚定支持者(图1-4),1911年《纽约时报》曾经这样评论电动车:“它经济,不排放废气,是理想的交通工具。”舆论和名人的效应对于电动车在美国

的推广与普及无疑起到了推波助澜的作用,像美国安东尼电气集团、贝克、底特律电气、哥伦比亚和瑞克这样的电动车制造公司应运而生。当时的美国不仅拥有数量众多的电动轿车和电动货车, Bailey Electric 公司在 1907 年甚至开发了最早的电动跑车。1897 年纽约出现了第一辆电动出租车。与此同时,和电动车一起相关的配套服务设施也应运而生,美国汉福德电灯公司为电动车提供可以更换的电池。Detroit Electric 公司不仅制造电动车,还建立了电池充电站方便用户,现代电动车需要的那些配套设施在 90 多年前就已经建立过了。



图 1-1 1881 年的三轮电动车

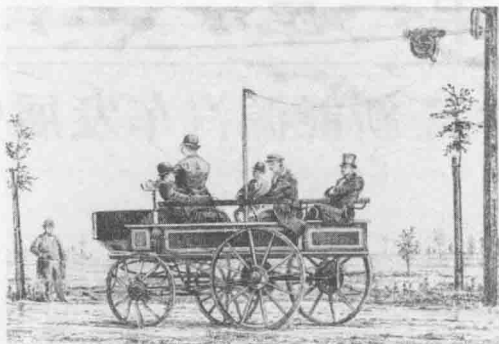


图 1-2 1882 年西门子制造的无轨电车



图 1-3 1899 年“快乐”电动车

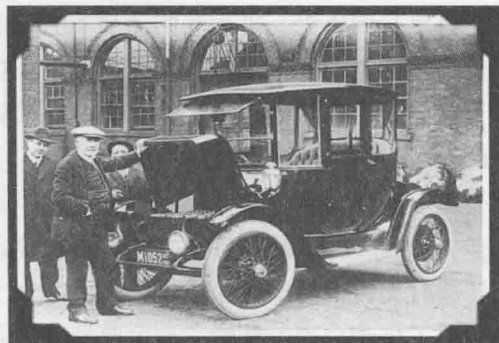


图 1-4 1913 年爱迪生和一辆电动车的合影

不过,电动车的黄金时代并没有持续太久,20 世纪 20 年代后,内燃机技术达到了一个新水平,装备内燃机的汽车速度更快,加一次油可持续续航里程是电动车的 3 倍左右,且使用成本低。相比之下,电动车的发展进入到了瓶颈时期,在降低制造成本和改善使用便利性方面没有明显的进步。这种背景下,电动车很快失去了存在的意义在 1940 年左右电动车基本上就从欧美汽车市场中消失了。

1973 年爆发的中东石油危机令全世界陷入石油短缺的境地中,人们又开始关注其他动力的汽车,电动车再一次进入人们的视线中。20 世纪八九十年代,日本和美国的汽车厂家生产了一系列电动车,比如 Chrysler TE Van 和丰田 RAV4 EV,名气最大的是 1996 年通用汽

车公司投产的 EV1 电动轿车(图1-5),不过,它们最终都是昙花一现。

经过几十年的发展,虽然屡次出现机会,但是直到 21 世纪初期电动车没有再现 19 世纪末期至 20 世纪初期的辉煌。根源在于它不仅生产成本相对较高,充电麻烦、维护成本高以及电池能量密度低造成的续航里程短和充电便利性差是个严重的问题,这些弱点严重阻碍了电动车的普及。



图 1-5 1996 年的 GM EV1



第二节 混合动力汽车发展历史

今天的混合动力汽车,被视作由传统内燃机汽车发展到未来纯电动汽车的中间形态,但在汽车发展史上,第一辆混合动力汽车却是出现在纯电动汽车诞生的近 20 年后。令人惊讶的是,他所采用的工作原理,直到今天仍被用于最新型的混合动力车甚至是概念车上。

混合动力车的历史要追溯到 1900 年,世界第一辆混合动力车“罗尼尔—保时捷”在 1900 年诞生。它的设计来自 25 岁的费迪南德·保时捷,这个年轻人未来将作为第一代大众甲壳虫的设计师、保时捷品牌的开创者而扬名天下,但 1900 年时,他只是位于维也纳的雅各布·罗尼尔公司的一位重要雇员,这是他的第一份工作。这家公司原本是一家豪华马车制造商,从 19 世纪末开始生产电动汽车。

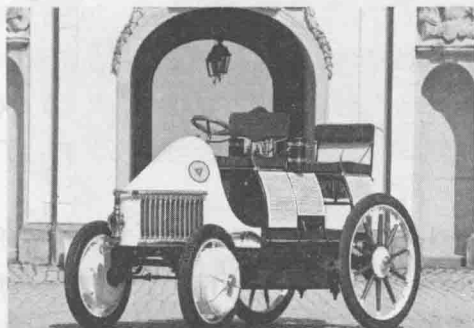


图 1-6 保时捷博物馆复原的罗尼尔—保时捷

在“罗尼尔—保时捷”上,费迪南德采用了串联式混合动力,由汽油发动机为发电机提供能量,安装在前轮内的两个轮毂电动机提供驱动力(图 1-6),最大功率为 7.46 ~ 10.44kW。今天的雪佛兰 Volt 就采用了这种汽油机驱动发电机的形式,而轮毂式电机驱动则被近来很多纯电动概念车所使用。“罗尼尔—保时捷”有双座和四座两种车身形式,也有以蓄电池为能量源的纯电动型号,在此基础上

费迪南德还开发出装备 4 个轮毂电机的四驱车型。

这辆充满灵感的轿车在 1900 年的巴黎世界博览会上大出风头,受到媒体广泛关注,但并未对他的市场推广有什么帮助。“罗尼尔—保时捷”售价高达 15000 奥匈帝国克朗,而同期最贵的 5.97kW(8hp)奔驰 Velo 售价才 5200 德国马克,前者是后者的 2.6 倍。作为市内交通工具,纯电动车曾在 19 世纪末到 20 世纪 10 年代风行一时,直到 20 世纪 20 年代欧美城际公路网逐渐形成,电动车“腿短”的缺点越来越明显(这也是同期蒸汽汽车被淘汰的原因之一)后才渐渐淡出人们的视野。

在混合动力技术的奠基者中,还应该记住的一个名字是亨利·皮珀,一位德国工程师和发

明家。他在1902年左右发明了并联式混合动力,甚至开发出了配套的早期动力管理系统。亨利·皮珀将这一成果授权一家比利时汽车公司 Auto-Mixed 生产,在1906~1912年推出一系列车型,如2.61kW的 Voiturette。但在亨利·皮珀去世后 Auto-Mixed 被另一家公司收购。

在1915年,大西洋另一边的北美大陆上也出现了一家颇具超前性的汽车制造商:欧文·麦哥尼茨。这家公司专门生产混合动力车型,采用串联式混合动力。在1915年纽约车展上其生产的6缸混合动力车型首次与公众见面(图1-7),由于主顾中包括一些世界闻名的男高音歌唱家,如爱尔兰的约翰·麦考马克和意大利的恩里克·卡鲁索,这个品牌很快就变得广为人知,可以说是早期“明星营销”的成功典范之一。欧文·麦哥尼茨一直生产到1921年,他们的最后一款产品是 Model 60 Touring(图1-8)。

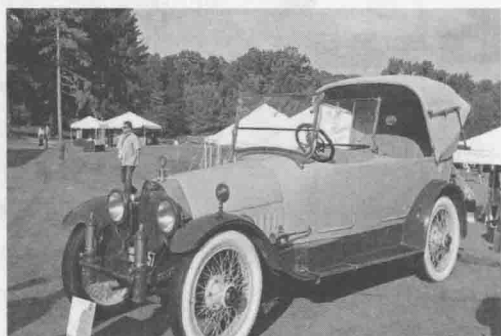


图1-7 1916年的欧文·麦哥尼茨混合动力车



图1-8 1921年的 Model 60 Touring

在同一时期,另一家电动车制造商,芝加哥的伍兹汽车公司也生产混合动力车型。1916年伍兹公司宣称他们的混合动力车最高时速可以达到56km/h,百公里油耗4.9L。但与烧汽油的对手相比,混合动力车始终存在价格昂贵和动力偏弱的问题,很快被淹没在汽油机汽车的汪洋大海中。以1913年美国市场为例,电动车加混合动力车共销售了6000辆,而采用汽油发动机的福特T型汽车销售了182809辆。从20世纪20年代开始,混合动力汽车进入了一个近40年的静默期。

1966年美国国会通过的一项议案,拂去了电动和混合动力车身上的尘埃。为了减轻日益严重的空气污染,这项议案提倡使用电动汽车。1969年,通用汽车公司推出了他们的应对之策——512系列混合动力试验车。GM 512甚至比微型车还小(图1-9),更像个玩具,只能乘坐2人,后置后驱布局。他采用了一套并联式混合动力系统,速度在16km/h以内由电动机驱动,16~21km/h为电动机和两缸汽油发动机共同工作,21km/h以上为汽油机单独提供动力,最高时速为64km/h。这种玩具般小车在当时的交通环境里基本没有实际意义,因此,有批评者认为通用汽车公司并不愿意亲手终结盈利颇丰的传统汽车产业,只是用512系列混合动力车来缓解对降低空气污染的舆论压力。

但1973年,影响全球范围的第一次石油危机再次将电动和混合动力汽车推到聚光灯下,比起作用缓慢的空气污染,钱包变薄问题更迫在眉睫。到1979年,通用汽车在电动汽车项目上花了2000万美元,并乐观地估计到20世纪80年代中期就可以投入量产,直接跳过混合动力的过渡阶段。丰田在1977年也推出了一款混合动力概念车(图1-10) Sports 800

Hybrid,采用燃气轮机+电动机的并联形式。



图 1-9 1969 年通用的微型混合动力试验车 512



图 1-10 1977 年丰田混合动力试验车

进入 20 世纪 80 年代后,各大汽车制造商都在进行新能源领域的尝试,奥迪在 1989 年展出了在奥迪 100 Avant Quattro 基础上研发的 duo 试验车(图 1-11),由 9.4kW(12.6hp)的电动机驱动后轮,能量来自可充电的镍镉电池,10.14kW(13.6hp)的 2.3L5 缸汽油机驱动前轮。奥迪 duo 的尝试一直持续到 1997 年,基于 A4 Avant 的第三代 duo 正式量产(图 1-12),使奥迪成为第一家生产现代混合动力车的欧洲厂商,但这款车型并未得到市场认可而最终停产。1991 年日产也发布了他们的电动概念车 FEV(Future Electric Vehicle)(图 1-13),并在 1995 年发布了第二代 FEV(图 1-14)。



图 1-11 1989 年奥迪第一代混合动力试验车 duo



图 1-12 1997 年基于 A4 Avant 的第三代 duo 正式量产



图 1-13 日产 1991 年推出第一代 FEV 概念车



图 1-14 日产 1995 年推出第二代 FEV

1997 年第一代丰田普锐斯上市(图 1-15), 只在日本市场发售, 少量被出口到英国、澳大利亚和新西兰。迄今为止全球最畅销的混合动力车就此诞生。



图 1-15 1997 年上市的第一代普锐斯

在混合动力车的历史中, 日本丰田普锐斯是一个重要标志。在经历了近百年风雨之后, 混合动力车终于迎来了自己的春天。



第三节 燃料电池汽车发展史

1968 年, 通用汽车公司生产出了世界第一辆可使用的燃料电池电动汽车, 该燃料电池电动汽车以厢式货车为基础制造, 装载了最大功率为 150kW 的燃料电池组, 燃料为低温冷藏的液氢, 汽车的续驶里程为 200km。但由于该车的复杂结构, 自身部件几乎占去所有车内空间, 加上当时人们环境意识的淡薄且能源供需矛盾并不突出, 因此, 后续的开发工作停止了。

到了 20 世纪 90 年代, 作为解决环境污染和能源供需问题的重要途径之一的燃料电池电动汽车技术受到了空前重视, 主要汽车厂商和生产国几乎都投入了大量的人力和物力研发燃料电池电动汽车。1993 年加拿大巴拉德(Ballard) 公司研制出世界第一辆燃料电池公共汽车。

戴姆勒汽车公司是世界上最大的燃料电池电动汽车厂商之一。从 1994 年开始, 戴姆勒汽车公司相继推出了 necar 1(New Electric Car 1)、necar 2、necar 3、necar4 和 necar 5 燃料电池电动汽车。

2003 年, 戴姆勒汽车公司启动了世界上范围最广的燃料电池车系列试验, 范围涉及燃料电池轿车、客货车以及公共汽车。目前, 已经有 100 多辆燃料电池汽车投入日常运营, 从而为戴姆勒汽车公司的工程师们提供了包括整车和部件优化、基础设施建设以及提高氢燃料电池技术市场认可度等方面的宝贵资料。

作为汽车动力系统转型的前瞻技术, 国外企业界纷纷组成强大的跨国联盟, 以期达到优势互补的目的, 如日本丰田汽车公司与美国通用汽车公司、日本东芝公司与美国国际燃料电池公司、雷诺汽车公司与意大利 De Nora 公司分别组成联盟开发燃料电池电动汽车。目前几

乎所有的国外大企业集团全部介入,投入的总额将近 100 亿美元,并正在进行各种示范验证,目前全球投入商业化示范运行的燃料电池汽车数量超过 100 辆。

目前,燃料电池汽车样车开发和示范运行都已证明其技术的可行性,但要达到实用化还面临着很多的挑战,主要为:

(1) 燃料电池的寿命需要进一步提高。目前燃料电池的使用寿命只有 2000 ~ 3000h,而实用化的目标寿命应大于 5000h。因此,减缓和消除工况循环下材料与性能的衰减、增加对燃料与空气中杂质的耐受力、提高零度以下储存和起动能力等成为研究热点。

(2) 燃料电池的成本要大幅度降低。2005 年,美国能源部依据现有材料与工艺水平,预测在批量生产条件下燃料电池系统的成本为 108 美元/kW,到 2010 年达到的目标成本是 35 美元/kW。为此需要研究满足寿命与性能要求的廉价替代材料(如超低 Pt 用量的电极、大于 120℃ 高温低湿度膜等)与改进关键部件的制备工艺,并逐步建立批量生产线。

(3) 解决氢源和基础设施问题。结合本地资源情况,选择合适的制氢途径,进行加氢站的建设和示范。同时开展车载储氢材料和储氢方法研究,提高整车续驶里程。

第二章

Chapter



新能源汽车现状



第一节 新能源汽车概述

1 新能源汽车定义

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》，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、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（BEV，包括太阳能汽车）、燃料电池电动汽车（FCEV）、氢发动机汽车、其他新能源汽车等。

2 电动汽车的定义及分类

配置大容量电能储存装置，行驶的里程中全部或部分由电动机驱动的汽车统称为电动汽车，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三种类型。

1 纯电动汽车

纯电动汽车（Battery Electric Vehicle，BEV），是一种完全由可充电电池（如铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池或锂离子电池）提供动力源的汽车。铅酸电池能量密度低和污染严重，用铅酸电池的低速电动汽车是不列入新能源汽车的，主要是不能满足高速电动汽车（以下称电动汽车）的性能指标，做混合动力汽车的电源是可以的。

虽然纯电动汽车它已有 134 年（1881 年开始）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、外形尺寸和质量大、充电时间长等严重缺点。

其中纯电动汽车的电来自于煤、水力、风力、轴、太阳能等发电系统。

2 混合动力电动汽车

混合动力电动汽车是指使用电动机和传统内燃机(汽油机/柴油机)联合驱动的汽车。按动力耦合方式的不同可以分为串联式、并联式和混联式。混合动力汽车按是否充电分为混合动力汽车(HEV)和插电式混合动力汽车(PHEV)。

混合动力电动汽车的主要特点在于:采用小排量的发动机降低了燃油消耗;将制动和下坡时的能量回收蓄到蓄电池中再次利用,降低了燃油消耗;在繁华市区,可关停内燃机,由电动机单独驱动,实现“零排放”。

3 燃料电池电动汽车

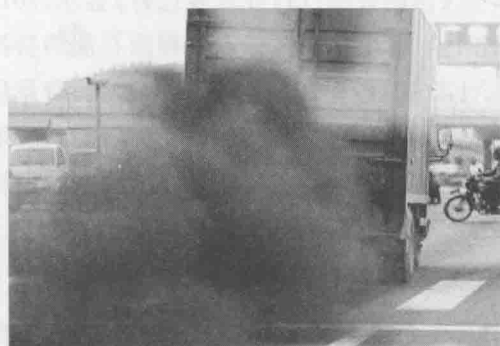
燃料电池电动汽车(FCEV)是利用氢气和空气中的氧在催化剂的作用下在燃料电池中经电化学反应产生的电能驱动的汽车。其特点主要表现在:燃料电池的能量转换效率可高达60%~80%,为内燃机的2~3倍;燃料电池零排放,不会污染环境。氢燃料来源不依赖石油燃料。



第二节 我国新能源汽车发展

1 电动汽车发展的社会环境

如图2-1所示,汽车是现代社会的重要交通工具,为人们提供了便捷、舒适的出行服务。然而传统燃油车辆在使用过程中产生了大量的有害废气,造成了危害人类生存的疾病的产生。另外,汽车数量增加造成了城市拥挤,并加剧了对不可再生石油资源的依赖。最后,油价的上涨和暴跌也影响着社会对电动汽车的需求。



a)柴油车



b)汽油车

图2-1 柴油车和汽油车造成环境污染