



新能源汽车技术专业“互联网+”创新型精品教材



扫描二维码
共享立体资源

认识
新能源汽车

认识 新能源汽车

工作页式教材

主
编
孙
萍
张
景
景

主 编 孙 萍 张景景

北京
出版
集团
公司
北京
出版
社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

认识新能源汽车 / 孙萍, 张景景主编. —北京:
北京出版社, 2020.6 (2023 重印)

ISBN 978-7-200-15677-5

I. ①认… II. ①孙… ②张… III. ①新能源—汽车
—高等学校—教材 IV. ① U469.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 121557 号

认识新能源汽车

RENSHI XINNENGYUAN QICHE

主 编: 孙 萍 张景景

出 版: 北京出版集团公司

北 京 出 版 社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总发行: 北京出版集团公司

经 销: 新华书店

印 刷: 定州启航印刷有限公司

版印次: 2020 年 6 月第 1 版 2023 年 5 月修订 2023 年 6 月第 4 次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 12

字 数: 230 千字

书 号: ISBN 978-7-200-15677-5

定 价: 36.00 元

教材意见建议接收方式: 010-58572162 邮箱: jiaocai@bphg.com.cn

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目录

学习工作页

学习单元一 新能源汽车发展史的认知	2
学习任务一 新能源汽车发展现状及趋势的学习	2
学习任务二 新能源汽车类型及结构的认知	5
学习单元二 新能源汽车动力电池的认知及使用	8
学习任务一 动力电池的认知	8
学习任务二 动力电池管理系统（BMS）的认识	11
学习任务三 动力电池的使用	14
学习单元三 电动汽车电动机及控制系统的认知	18
学习任务一 电动机结构及原理的认知	18
学习任务二 常用交流和直流电动机的使用	21
学习任务三 电机控制系统原理的认知	24
学习单元四 电动汽车能量管理与回收系统的认知	27
学习任务一 电动汽车能量管理系统的认知	27
学习任务二 电动汽车再生制动能量回收系统的认知	30
学习任务三 新能源汽车空调系统的认知	32

学习单元五 电动汽车充电技术的认知 35

学习任务一 电动汽车充电方式的认知 35

学习任务二 电动汽车充电桩的使用 37

学习单元六 新能源汽车的使用 40

学习任务一 新能源汽车的日常使用 40

学习任务二 电动汽车事故救援及售后服务 43

学习单元七 车联网及智能化新能源汽车的认知 46

学习任务一 车联网关键技术的认知 46

学习任务二 新能源智能网联汽车的认知 48

学习参考

学习单元一 新能源汽车发展史的认知 52

学习任务一 新能源汽车发展现状及趋势的学习 52

学习任务二 新能源汽车类型及结构的认知 63

学习单元二 新能源汽车动力电池的认知及使用 77

学习任务一 动力电池的认知 77

学习任务二 动力电池管理系统（BMS）的认识 82

学习任务三 动力电池的使用 88

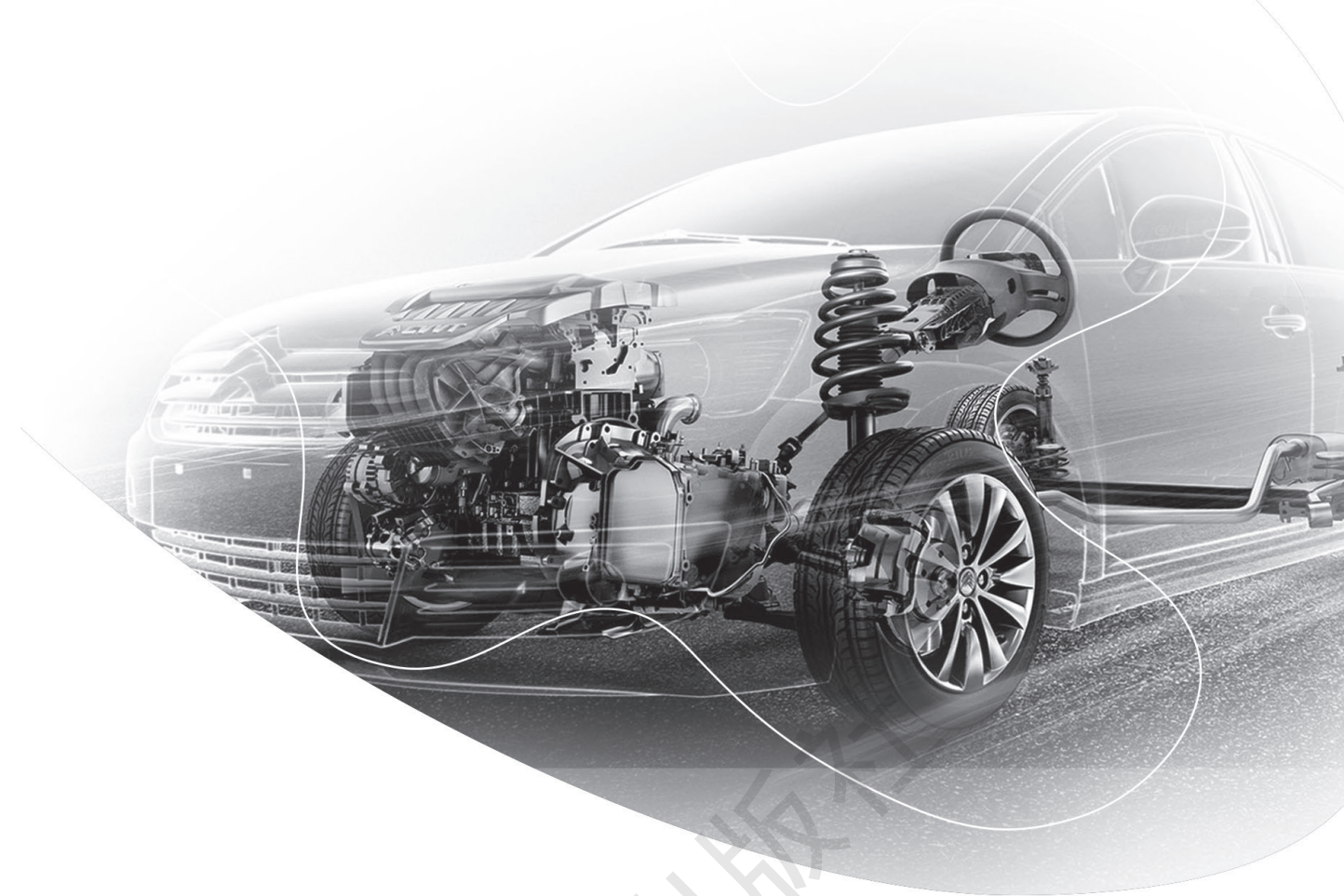
学习单元三 电动汽车电动机及控制系统的认知 98

学习任务一 电动机结构及原理的认知 98

学习任务二 常用交流和直流电动机的使用 108

学习任务三 电机控制系统原理的认知 113

学习单元四 电动汽车能量管理与回收系统的认知	117
学习任务一 电动汽车能量管理系统的认知	117
学习任务二 电动汽车再生制动能量回收系统的认知	124
学习任务三 新能源汽车空调系统的认知	133
学习单元五 电动汽车充电技术的认知	143
学习任务一 电动汽车充电方式的认知	143
学习任务二 电动汽车充电机的使用	148
学习单元六 新能源汽车的使用	161
学习任务一 新能源汽车的日常使用	161
学习任务二 电动汽车事故救援及售后服务	171
学习单元七 车联网及智能化新能源汽车的认知	175
学习任务一 车联网关键技术的认知	175
学习任务二 新能源智能网联汽车的认知	179
参考文献	183



学习工作页

学习单元一

新能源汽车发展史的认知

2008 年金融危机之后，面对全球范围日益严峻的能源形势和环保压力，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，新能源汽车产业成为全球各国竞相追逐的战略性新兴产业之一。

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，新能源汽车正处于产业爆发前期阶段。

通过本单元的学习，应能准确描述新能源汽车的定义和分类，对新能源汽车的类型及主流车型有正确认知，了解新能源汽车的发展背景、现状及发展趋势。

学习任务一 新能源汽车发展现状及趋势的学习

任务描述

近几年，新能源汽车市场发展壮大，很多人对新能源汽车产生了浓厚的兴趣，但对新能源汽车没有正确、基本的认知。因此，需要我们自身掌握并帮助客户了解这方面的知识，能根据客户需求，介绍新能源汽车的具体定义、特点及发展状况和趋势，才能进一步学习新能源汽车的专业知识。

学习目标

1. 能叙述新能源汽车的定义、特点，并可以列举目前世界知名新能源汽车品牌及车型。
2. 能准确讲述我国新能源汽车发展现状及趋势，并可以列举我国国产新能源汽车类型及其特色。
3. 培养学生具有良好的职业道德。坚持全心全意为人民服务的根本宗旨，并能有效地与相关工作人员和客户进行沟通、交流，做好专业解释。



学习准备

一、知识准备

1. 新能源汽车的定义、特点。(查阅学习参考的“学习单元一学习任务一”)
2. 国外新能源汽车发展现状及主要品牌。(查阅学习参考的“学习单元一学习任务一”)
3. 我国新能源汽车发展现状、发展趋势及国产车型。(查阅学习参考的“学习单元一学习任务一”)

二、工作场所

信息化教室



计划与实施

第一步，课堂上通过多媒体课件以及视频，学习新能源汽车发展现状及趋势。

第二步，找出任务描述中新能源汽车的具体定义、特点及发展状况和趋势，通过查阅学习参考，整理所需的知识点和技能点，填入表 1-1-1 中。

表 1-1-1 完成该任务所需要的知识点与技能点

知识点	1.
	2.
	3.
技能点	1.
	2.

第三步，在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识，并回答下列问题。

1. 新能源汽车的特点是：

- (1) _____。
- (2) _____。
- (3) _____。
- (4) _____。

2. 新能源汽车行业，世界四大品牌是_____、_____、_____、_____。

3. 我国“十三五”的技术战略进一步深化纯电驱动技术，强调“三化”，即_____、_____、_____。

第四步，在教师的指导下，以小组为单位进行资料查询，并回答下列问题。

1. 通过查阅资料，说出丰田普锐斯属于哪种新能源汽车，其特点是什么。

2. 通过查阅资料, 分析图 1-1-1 所示全球插电式新能源汽车销量的趋势。

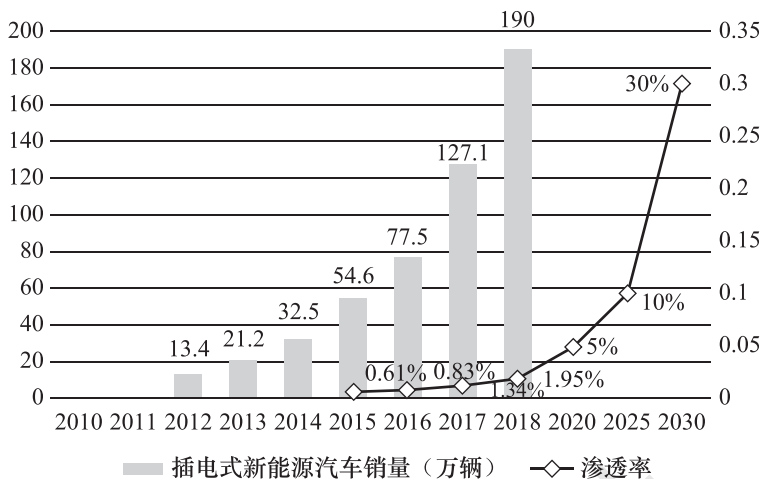


图 1-1-1 全球插电式新能源汽车销量



评价与反馈

一、填空题

1. _____ 汽车是未来汽车的主流, _____ 汽车作为未来汽车多样化的重要组成, _____ 汽车是在石化资源枯竭之前的过渡车型。

2. 美国以能源安全为首要任务, 强调 _____ 汽车发展; 日本以产业竞争力为第一目标, 全面发展 _____、_____、_____ 三种电动汽车, 研发和产业化均走在世界前列; 欧盟以二氧化碳排放法规为主驱动力, 重视发展纯电动汽车。

3. 我国电动汽车发展政策“三纵三横”指的是:

三纵: _____、_____、_____。

三横: _____、_____、_____。

二、选择题

1. 国际汽车业界中远期 (2020 年以后) 规划, 各种 () 驱动技术将逐步占据主导地位。

A. 发动机 B. 纯电动 C. 燃料 D. 氢能量

2. 我国新能源汽车第一品牌 () 于 2018 年 12 月正式上市销售。

A. 比亚迪唐 EV B. 北汽 EV260
C. 江淮 iEV D. 众泰 Z500EV

3. 有关我国新能源汽车发展趋势:

同学 A 说: 突破电池技术是关键, 驱动电动机呈多样化发展。

同学 B 说: 由于受续航里程的影响, 纯电动汽车向超微型发展。

请问谁说得对? ()

A. 只有同学 A 说得对

B. 只有同学 B 说得对

C. 同学 A 和 B 说得都对

D. 同学 A 和 B 说得都不对

三、技能考核

查阅相关资料,调查某国内新能源汽车品牌,具体到一种车型,记录该车型下列技术参数,思考各参数意义,并填写表 1-1-2。

表 1-1-2 学生实践记录表

班级		姓名	
学号			
调查的汽车品牌及具体车型			
外形尺寸		电机类型及功率	
动力电池类型		续航里程	
蓄电池类型		驱动形式	
动力电池能量密度		电机额定电压	
加速时间		电机转速	
充电器		冷却方式	

学习任务二 新能源汽车类型及结构的认知

任务描述

新能源汽车是进入 21 世纪以来,汽车技术发展的重要方向。新能源汽车的类型、我国的新能源汽车主要品牌、新能源汽车的关键技术还不为人熟知。因此,需要我们自身掌握并帮助客户了解这方面的知识,能根据客户需求,介绍新能源汽车的具体类型、结构特点及优缺点,才能更好地学以致用。

学习目标

1. 能讲述什么是新能源汽车。
2. 能够分辨出新能源汽车的种类。
3. 能讲述各种新能源汽车的优缺点。
4. 提升学生对专业的认知能力及基本职业素养。为全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标,以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴而奋斗。



学习准备

一、知识准备

1. 我国新能源汽车的类型、结构原理、特点及国产车型。（查阅学习参考的“学习单元一学习任务二”）
2. 国外新能源汽车的类型及主要品牌。（查阅学习参考的“学习单元一学习任务二”）

二、工作场所

信息化教室



计划与实施

第一步，课堂上通过多媒体课件以及视频，学习新能源汽车类型及结构原理。

第二步，找出任务描述中新能源汽车的具体定义、特点及类型和结构原理，通过查阅学习参考，整理所需的知识点和技能点，填入表 1-1-3 中。

表 1-1-3 完成该任务所需要的知识点与技能点

知识点	1.
	2.
	3.
技能点	1.
	2.

第三步，在教师的引导下，掌握相关知识，完成下列知识工作页的填写。

1. 新能源汽车有哪些？分别用一句话表述不同新能源汽车的最大特点：

- (1) _____。
- (2) _____。
- (3) _____。
- (4) _____。

2. 新能源汽车类型主要有_____、_____、_____、_____。

3. 纯电动汽车有哪些优缺点？

_____。

_____。

第四步，在教师的指导下，学习相关技能，并完成下列技能工作页的填写。

1. 通过查阅资料，说出北汽 EU5 属于哪种新能源汽车，其驱动方式属于哪一种。
2. 通过查阅资料，分析混合动力电动汽车有几种系统结构，并分别讲述其工作原理。



评价与反馈

一、填空题

1. 纯电动汽车是指以_____为动力，用_____驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。一般采用高效率_____为动力源。

2. 串联式混合动力电动汽车系统结构主要由_____、_____、_____和_____等部件组成。_____电动汽车系统结构主要是由发动机、电动机 / 发电机和蓄电池等部件组成，有多种组合形式，可以根据使用要求选用。

3. 燃料电池电动汽车的类型主要有：

(1) _____，(2) _____，(3) _____，(4) _____。

二、简答题

1. 什么样的汽车可以称为纯电动汽车？

2. 我国新能源汽车比亚迪唐 EV 属于哪种类型的新能源汽车？

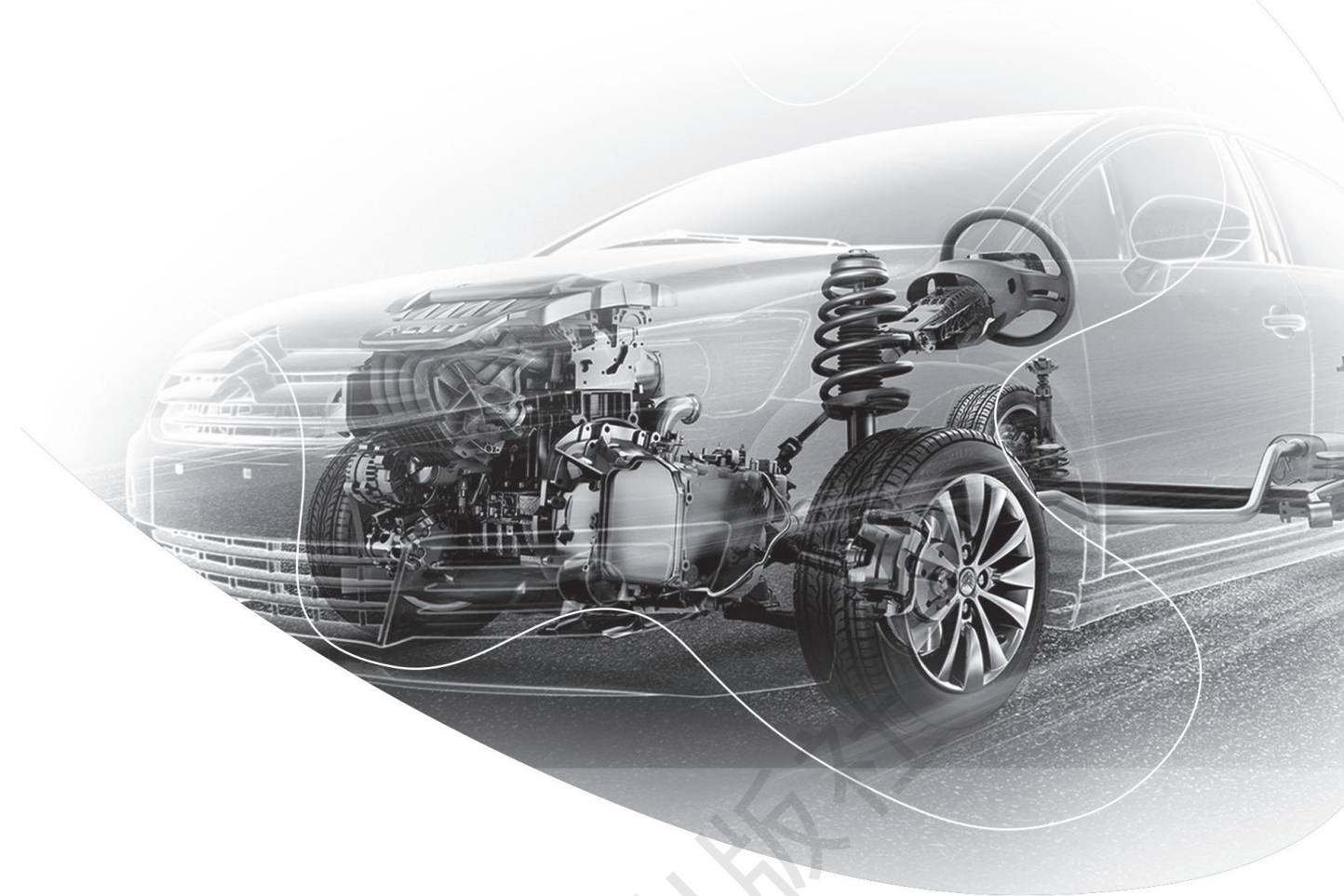
3. 论述我国北汽新能源汽车类型的发展趋势。

三、技能考核

查阅相关资料，调查国内某新能源汽车品牌，具体到各种车型，记录车型属于何种类型，记录其续航里程，思考其优缺点及口碑，并填写表 1-1-4。

表 1-1-4 学生实践记录表

班级		姓名		
学号				
序号	调查的具体车型	类型	续航里程	优缺点及口碑
1				
2				
3				
4				
5				



学习参考

学习任务一 新能源汽车发展现状及趋势的学习



相关知识

一、新能源汽车的定义与特点

新能源汽车的英文为 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。

非常规的车用燃料指除汽油、柴油、天然气（NG）、液化石油气（LPG）、乙醇汽油（EG）、甲醇等之外的燃料，新能源汽车已成为 21 世纪汽车工业的发展热点。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。从我国目前的城市环境与公共基础设施建设来考虑，可以做到随时进行充电操作，并且在排放方面也不再会产生传统汽车的尾气，从而提升环保硬件标准。

新能源汽车特点是：

1. 节约燃油能源。新能源汽车一般是用天然气、石油气、氢气、电力作为动力。
2. 减少废气排放，有效地保护环境。电动汽车不产生尾气，没有污染。以天然气、氢气等为能源的新能源汽车的尾气是水，对环境没有污染。
3. 效率高。一般新能源汽车采用新技术、新结构，因此它的效率更高。
4. 噪声低。采用电动机驱动的新能源汽车与燃油车相比，启动及行驶过程中基本无噪音。

目前，新能源汽车主要包括：混合动力汽车（HEV）、纯电动汽车（BEV）、燃料电池汽车（FCEV）、氢动力汽车、燃气汽车、生物乙醇汽车、其他新能源汽车。

混合动力汽车是指多于一种能量转换器提供驱动力的混合型电动汽车。目前混合

动力汽车多采用燃烧传统石化燃料的内燃机与电力混合。

纯电动汽车是指以车载电源为动力，用电机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。

燃料电池电动汽车是利用燃料电池，将燃料中的化学能直接转换成电能来进行动力驱动的新型汽车。

氢动力汽车是在现有的发动机基础上加以改造，由氢气和空气的混合燃烧产生能量从而获得动力的汽车。

乙醇汽车用的燃料是乙醇汽油，目前乙醇汽车技术已经相对成熟，对传统内燃机进行改动即可适应不同的乙醇汽油燃料。乙醇汽车在美国、巴西等乙醇资源丰富的国家发展较快，而在我国还处于起步期。

对比以上列举的各类型新能源汽车不难发现，纯电动汽车将作为未来汽车的主流，燃料电池汽车作为未来汽车多样化的重要组成，而混合动力汽车是在石化资源枯竭之前的过渡车型，其他类型的汽车则作为因地制宜的补充。纯电动汽车是最有发展前景的类型，得到了国家的支持，并已经在城市公交、重大比赛活动中得到推广，我们期待清洁交通时代的早日到来。

二、国外新能源汽车发展现状及主要品牌

从国际上看，随着技术的不断创新与突破，面对石油短缺、环境污染和气候变暖等多重压力影响，2008年以来，以美国、日本、欧盟为代表的国家和地区相继发布并实施了新的电动汽车发展战略，进一步明确了产业发展方向，明显加大了研发投入与政策扶持力度。美国以能源安全为首要任务，支持插电式混合动力电动汽车发展；日本以产业竞争力为第一目标，全面发展混合动力、纯电动、燃料电池三种电动汽车，研发和产业化均走在世界前列；欧盟以二氧化碳排放法规为主驱动力，重视发展纯电动汽车。

从技术层面看，常规混合动力电动汽车技术逐步成熟，已进入产品市场竞争期，率先实现了产业化，正成为汽车市场销售新的增长点，其中，日本市场混合动力电动汽车已达到汽车销量的10%左右；随着纯电动汽车电池技术进步的加速，整车产品更加接近消费者的需求；插电式混合动力电动汽车具有纯电动和混合动力双重特征正在成为全球新的研发热点；以电池租赁为代表的纯电动汽车商业模式创新取得进展，世界主要汽车制造商加快了纯电动汽车量产的步伐；车用燃料电池技术取得重大进展，通用汽车公司轿车燃料电池发动机贵金属催化剂Pt的用量从上一代的80 g降低到30 g，燃料电池轿车在动力性、安全性、续航里程、低温起动等性能指标方面已接近汽油车水平，燃料电池电动汽车整车成本显著下降。

经过多年探索实践，国际汽车产业界达成了电动汽车产业化战略共识：在技术路线上，2010—2015年，在依靠内燃机汽车技术改进和推进车辆小型化实现降低油耗和排放的同时，为满足更为严格的节能减排法规目标要求，要尽快推进混合动力技术的

应用,并发展小型纯电动汽车和插电式混合动力电动汽车;2015—2020年,在混合动力技术得到广泛应用的基础上,提高汽车动力系统电气化程度,加大小型纯电动汽车和插电式混合动力电动汽车推广力度;2020年以后,各种纯电动驱动技术将逐步占据主导地位,通过进一步发展纯电动汽车和燃料电池电动汽车,实现大幅度降低石油消耗和二氧化碳排放的目标。在车型应用方面,纯电动、混合动力和燃料电池等不同类型的电动汽车技术各自具有最优的交通出行适用范围。对于城市短途出行需求,小型纯电动汽车具有优势;对于长途出行需求,适合采用混合动力电动汽车、插电式混合动力电动汽车或者燃料电池电动汽车。

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2.5亿辆电动汽车,其中3/4的轻型汽车需求由电动汽车提供,届时美国轻型汽车耗油量将减少75%,美国基本上摆脱进口石油依赖;②争取到2020年,全美拥有电动汽车1400万辆,近1/4的轻型汽车需求由纯电动汽车或插入式电动汽车提供;③呼吁联邦政府拨款1300亿美元,资助电动汽车电池开发生产和传统汽车厂商的转型,呼吁出台有吸引力的鼓励民众使用电动汽车和建设电动汽车基础设施的税收激励或财务补助政策措施,先行在美国33个重点城市展开。

特斯拉公司(Tesla Inc.)是美国一家产销电动车的公司,由马丁·艾伯哈德(Martin Eberhard)工程师于2003年7月1日成立,总部设在美国加州的硅谷地带。特斯拉汽车公司以电气工程师和物理学家尼古拉·特斯拉命名,专门生产纯电动车,生产的几大车型包含Tesla Roadster、Tesla Model S(如图2-1-1所示)、Tesla Model X(如图2-1-2所示)。特斯拉汽车公司是世界上第一个采用锂离子电池的电动车公司,其推出的首部电动车为Roadster。特斯拉作为美国著名的电动汽车生产商,排名世界第二,是纯电动汽车的创造者,目前在大力进军中国。2018年10月17日,特斯拉中国官方发布消息称,已与上海市规划与国土资源管理局正式签订《土地出让合同》,特斯拉上海超级工厂正式落户上海临港地区,瞄准了中国电动车的市场。



图 2-1-1 特斯拉 Model S



图 2-1-2 特斯拉 Model X

日本新能源汽车的产业化成果在全球范围内是最好的。在新能源汽车方面，日本主要走混合动力电动汽车的技术路线，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（如图 2-1-3 所示）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。



图 2-1-3 丰田普锐斯

丰田将未来的汽车动力划分为三大类：第一类是用于近距离移动的小型家庭车辆，为纯电动汽车；第二类是一般家庭用乘用车，为混合动力和插入式混合动力电动汽车，包括用汽油、轻型燃油、生物燃料、天然气及合成燃料等汽车；第三类是用于长途运输的商用车，为燃料电池电动汽车。在这些动力中，丰田认为的终极燃料将是利用电力和水取得的。除丰田外，其他几家日本汽车企业也在开发新一代的新能源汽车，如本田的 Insight IMG 混合动力电动汽车、日产 Leaf 和三菱 i-M1EV 纯电动汽车等。

法国是石油缺少的国家，汽油昂贵，油价约为美国的 4 倍，每年从国外进口大量的石油。20 世纪 70 年代石油危机成为法国开发电动汽车的转折点，1973 年雷诺汽车

集团已制造出电动汽车。标致雪铁龙与雷诺两大汽车公司一直在积极研制电动汽车,1990年标致雪铁龙公司的J-5和C-25电动货车投入生产,该公司1995年正式将标致106和雪铁龙AX电动轿车投入生产。从1995年7月1日开始,政府给购买电动汽车的用户提供5 000法郎补贴,法国电力公司从自身利益考虑,向电动汽车制造厂生产的电动汽车每辆提供10 000法郎的补助。这些措施给电动汽车在法国发展创造了良好的环境。

德国在新能源汽车方面也做出了重要贡献。宝马也是氢动力发动机车型研究的先行者。早在2004年宝马研发的H2R赛车就在法国南方小镇Miramas离速赛道创造了9项世界纪录。其搭载一台6.01V12氢动力发动机,最高车速达到了300 km/h以上,百米加速时间控制在6 s以内。有了H2R赛车成功的先例,宝马就坚定了继续研发氢动力发动机车型的信心。在2007年,其向外界推出了7系氢动力车型,该车型搭载一台6.01V12氢动力发动机,最大功率为191 kW,最大扭矩为390 N·m,这个数据同汽油发动机车型的327 kW相比还是存在一定的差距,但是191 kW的动力也已经非常具有优势,毕竟零排放才是其真正的撒手锏。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。

三、我国新能源汽车发展现状及发展趋势

从国家政策层面来看,我国高度重视电动汽车技术的发展。“十一五”期间,启动了“863”计划电动汽车重大科技专项,确立了“三纵三横”(三纵:纯电动汽车、混合动力电动汽车、燃料电池电动汽车;三横:电池、电动机、电控)的研发布局,取得了一大批电动汽车技术创新成果。“十二五”期间,中国新能源汽车市场推广初见成效,新能源汽车进入产业化初期阶段。新能源汽车技术取得重大进步,动力电池性能大幅提升,电动汽车成本下降明显。新能源汽车产业链不断完善,关键零部件配套能力不断提高。初步建立较为完备的新能源汽车政策支持体系,涵盖技术研发、生产制造、市场推广以及充电环境等产业链环节。新能源汽车的商业模式持续创新,新型商业模式不断涌现。“十三五”的技术战略将进一步深化纯电驱动技术,强调“三化”,即电动化、轻量化、智能化。而从长期来看,“三化”将发展成为“六化”,即电动化与能源低碳化结合、轻量化与制造生态化结合、智能化与网联化结合。

在新能源汽车行业,目前有四大品牌,它们是比亚迪、特斯拉、北汽、宝马。比亚迪无可争议,不管在中国市场上还是在全球市场上都是排名第一位,从电池上来说,只有比亚迪是全产业链,涵盖电机、电控、电源管理,其他三家品牌的动力电池都是外购。比亚迪公司是以电池起家,目前是全球电池行业的领军者,为电动车积累了丰富的经验,一直是电动车行业的创新领导



比亚迪新能源汽车

者。比亚迪旗下知名的电动车车型有唐 EV、宋 EV、元 EV。比亚迪唐 EV 于 2018 年 12 月正式上市销售,其拥有 500 km 的综合续航里程,0~100 km/h 加速时间小于 4.5 s,并且提供了前后双电机四驱车型。比亚迪宋定位为紧凑型 SUV,2018 年 8 月 30 日比亚迪新款宋正式上市。比亚迪元 EV360 搭载三元锂电池,电池组总容量达到 43.2 kW·h,能量密度达到 126.91 W·h/kg,官方数据显示综合工况续航里程可达到 305 km,在 60 km/h 等速行驶下续航里程可达到 360 km。比亚迪唐 EV 如图 2-1-4 所示。



图 2-1-4 比亚迪唐 EV

近些年,奇瑞、江淮、威马等国产电动汽车品牌也受到广大百姓的关注。其中威马汽车 2017 年 12 月 15 日在上海举行品牌发布会,旗下首款量产车型 EX5 也一并亮相。威马汽车首款量产车是纯电动智能化 SUV 车型,起步价位于 20 万元区间,最大续航里程可达 600 km,主打智能交互功能,已于 2018 年 4 月在北京车展正式开启预定。

我国以电动汽车为代表的新能源汽车发展的总体战略是:建立完善的自主创新开发体系,全面掌握电动汽车核心技术,形成具有国际先进水平的产品开发能力,自主开发的各类产品具有国际竞争力;整车、动力系统和电子控制等共性技术达到国际先进水平;先进动力电池、驱动电动机、燃料电池及发动机、多能源动力总成控制系统等关键技术达到国际领先水平。建立电动汽车整车及关键零部件的产品开发、生产、供应和售后服务保障体系,电动汽车规模化生产能力和网络化服务能力满足市场需要。小型纯电动汽车、大型纯电动商用车、轻度混合动力汽车和 PLUG-IN 混合动力汽车形成比较优势;先进动力电池、驱动电动机等关键零部件及其核心材料产业化规模和竞争力保持领先。完善电动汽车消费和使用环境,各类电动汽车大规模进入市场,缓解能源和环境形势紧张的局面;混合动力汽车成为市场主导产品,纯电动汽车得到大规模应用,燃料电池汽车小批量进入市场,充电站、加氢站等基础设施基本满足电动汽车应用需求。大力实施汽车产业转型战略;坚持自主创新,积极开发新一代能源动

力系统，加快电动汽车的发展，瞄准未来汽车竞争制高点，加速车用能源动力系统向电气化“转型”；利用国际汽车业“转移”的机遇，全面提升汽车共性关键技术水平，满足当前汽车节能和排放法规不断升级的需要，同时服务于我国汽车产业转型战略。

根据目前新能源汽车的发展状况，我国新能源汽车主要有以下发展趋势：

1. 突破电池技术是关键。作为动力源，现在还没有任何一种电池能与石油相提并论，动力电池已成为限制电动汽车发展的瓶颈。因此，研究和开发环境友好、成本低廉、性能优良的动力电池，是大量推广使用电动汽车的前提。

2. 驱动电动机呈多样化发展。在我国，永磁同步电动机驱动系统已形成了一定的研发和生产能力，开发了不同系列产品，可应用于各类电动汽车；产品部分技术指标接近国际先进水平，但总体水平与国外仍有一定差距；基本具备永磁同步电动机集成化设计能力；多数公司仍处于小规模试制生产，少数公司已投资建立车用驱动电机系统专用生产线。

3. 由于受续航里程的影响，纯电动汽车向超微型发展。这种汽车降低了对动力性和续航里程的要求，充电过程比较简单，车速不高，较适合于市内或社区小范围内使用。

另外，政府对加快新能源汽车的发展起着至关重要的作用，要加大资金投入和政策引导；企业要加大对新能源汽车研发的力度；同时要加大示范运行范围和力度，为新能源汽车规模化、产业化发展做准备。



拓展知识

我国新能源汽车行业的知名企业及典型车型

一、安徽江淮汽车股份有限公司

安徽江淮汽车股份有限公司，是一家集商用车、乘用车及动力总成研发、制造、销售和服务及相关多元业务于一体的综合型汽车厂商。目前，该公司产品包含江淮和安凯两大整车品牌，公司现有主导产品包括：重、中、轻、微型卡车、多功能商用车、MPV、SUV、轿车、客车、专用底盘及变速箱、发动机、车桥等核心零部件。2002年，江淮汽车开始新能源汽车产业化技术路线探索，先后研发铅酸板电动中巴、弱混BSG、中混ISG，历经千百次的研讨和验证，于2009年明确提出以“纯电动”为主攻方向，从此新能源汽车研发进入快车道。2010—2013年，连续四年创造行业内纯电动轿车示范运行的最大规模，至今累计推广电动车近6 000辆，销量为中国第一。江淮IEV 7S如图2-1-5所示。



图 2-1-5 江淮 iEV 7S

二、北京新能源汽车股份有限公司

北京新能源汽车股份有限公司（简称“北汽新能源公司”）是由世界 500 强企业北京汽车集团有限公司发起并控股，联合北京工业发展投资管理有限公司、北京国有资本经营管理中心、北京电子控股有限责任公司共同设立的新能源汽车产业发展平台。



北汽新能源汽车

公司成立于 2009 年 11 月，位于北京经济技术开发区，已初步形成辐射全国的产业布局，是一个倡导绿色经济，致力于新能源汽车技术研发、资源集约整合的高端产业发展平台，业务范围覆盖新能源汽车与核心零部件的研发、生产、销售和服务。北汽 EX360 车型如图 2-1-6 所示。



图 2-1-6 北汽 EX360

三、北汽福田汽车股份有限公司

北汽福田汽车股份有限公司（简称“福田汽车”）是中国品种最全、规模最大的商用车企业。福田汽车成立于 1996 年 8 月 28 日，1998 年 6 月在上海证券交易所上市。

在节能与新能源汽车领域，福田汽车一直紧跟新能源汽车的技术潮流，不断开发出更节能环保的产品并进入商业化运营。节能与新能源汽车已经覆盖卡车、客车和多功能汽车等各个领域，产销节能与新能源汽车近万辆，成为中国新能源汽车产销量最大的企业。北汽福田欧辉 BJ6852 氢燃料电池城间客车如图 2-1-7 所示。



图 2-1-7 北汽福田欧辉 BJ6852 氢燃料电池城间客车

四、重庆长安汽车股份有限公司

长安汽车拥有 154 年历史底蕴，33 年造车积累，全球 12 个生产基地、32 个整车及发动机工厂，年产销汽车 295 万辆，员工 9 万人，是中国汽车四大集团阵营企业、最大的中国品牌汽车企业，也是唯一一家中国品牌乘用车年产销过百万辆的车企。

长安汽车坚持“节能环保、科技智能”的理念，大力发展新能源汽车和智能汽车，力争通过 10 年，推出 34 款产品，累积销量达到 200 万辆，成为国际先进、国内一流的新能源汽车企业。当前，长安汽车已掌握智能互联、智能个性化、智能驾驶三大类 60 余项智能化技术，特别是结构化道路无人驾驶技术已通过实车性技术验证。长安逸动纯电动版汽车如图 2-1-8 所示。



图 2-1-8 长安逸动纯电动版汽车

五、东风汽车公司

东风汽车公司是中国四大汽车集团之一，中国品牌 500 强，总部位于华中地区最大城市武汉，其前身是 1969 年始建于湖北十堰的“第二汽车制造厂”，经过近五十年的建设，已陆续建成了十堰（主要以中、重型商用车、零部件、汽车装备事业为主）、襄阳（以轻型商用车、乘用车为主）、武汉（以乘用车为主）、广州（以乘用车为主）四大基地。除此之外，还在上海、广西柳州、江苏盐城、四川南充、河南郑州、新疆乌鲁木齐、辽宁朝阳、浙江杭州、云南昆明等地设有分支企业。东风 EV350 纯电动厢式运输车如图 2-1-9 所示。



图 2-1-9 东风 EV350 纯电动厢式运输车

六、烟台舒驰客车有限责任公司

烟台舒驰客车有限责任公司是一个新兴现代化高新技术企业，公司位于胶东半岛的交通枢纽、著名梨乡——莱阳市，是中国客车企业中最早生产厂家之一。1969 年建厂投产，2002 年 3 月以交通部重点客车生产企业“烟台汽车运输集团客车改装厂”职工出资，联合烟台交运集团，进行了股份制改造，组建了烟台舒驰客车有限责任公司。公司目前拥有“舒驰”品牌三大系列 60 多个品种的大、中、轻型，高、中、普档公路客车、旅游客车、城市客车的产品群。舒驰 YTK6118EV 纯电动客车如图 2-1-10 所示。



图 2-1-10 舒驰 YTK6118EV 纯电动客车

七、众泰汽车

众泰汽车始建于 2003 年，总部位于浙江永康，是一家以汽车整车及发动机、变速器等汽车关键零部件为核心业务的民营企业，目前在浙江、湖南等省布局了整车生产

基地，旗下拥有众泰汽车、江南汽车两大自主品牌。众泰汽车是中国最早布局新能源汽车产业化的企业之一，在中国新能源汽车领域曾创造了“六个”第一，其中中国新能源第一牌浙 A2279H 的纯电动汽车于 2013 年被浙商博物馆永久收藏，也成为中国新能源汽车的一段历史记忆。众泰汽车曾与国家电网合作开启了“杭州电动汽车的运营模式”，为中国纯电动汽车的发展提供了参考和借鉴。众泰 Z500EV 如图 2-1-11 所示。



图 2-1-11 众泰 Z500EV

八、浙江吉利控股集团

浙江吉利控股集团始建于 1986 年，1997 年进入汽车行业，多年来专注实业，专注技术创新和人才培养，取得了快速发展。该集团现资产总值超过千亿元，连续四年进入世界 500 强，连续十二年进入中国企业 500 强，连续九年进入中国汽车行业十强，是国家“创新型企业”和“国家汽车整车出口基地企业”。浙江吉利控股集团总部设在杭州，旗下拥有吉利汽车、沃尔沃汽车、伦敦出租车等品牌。其中吉利汽车在浙江台州、宁波和湖南湘潭、山东济南、四川成都等地建有汽车整车和动力总成制造基地。浙江豪情汽车制造有限公司（简称“豪情公司”）是吉利控股集团属下三大汽车生产基地之一，坐落在浙江东部沿海的临海市城东经济开发区，占地 56 万平方米。吉利博瑞 GE 如图 2-1-12 所示。



图 2-1-12 吉利博瑞 GE

学习任务二 新能源汽车类型及结构的认知



相关知识

一、纯电动汽车

纯电动汽车是指以车载电源为动力，用电机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。一般采用高效率充电蓄电池为动力源。纯电动汽车无须再用内燃机，因此纯电动汽车的电动机相当于传统汽车的发动机，蓄电池相当于原来的油箱，电能是二次能源，可以来源于风能、水能、热能、太阳能等多种方式。

1. 纯电动汽车的类型

纯电动汽车可分为两种类型，即用纯蓄电池作为动力源的纯电动汽车和装有辅助动力源的纯电动汽车。

(1) 用纯蓄电池作为动力源的纯电动汽车

用单一蓄电池作为动力源的纯电动汽车，只装置了蓄电池组，它的电力和动力传输系统如图 2-1-13 所示。

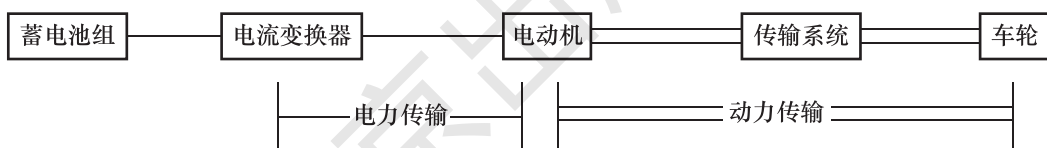


图 2-1-13 单一蓄电池作为动力源的纯电动汽车的电力和动力传输系统

(2) 装有辅助动力源的纯电动汽车

用单一蓄电池作为动力源的纯电动汽车，蓄电池的比能量和比功率较低，蓄电池组的质量和体积较大。因此，在某些纯电动汽车上增加辅助动力源，如超级电容器、发电机组、太阳能等，由此改善纯电动汽车的启动性能和增加续航里程。装有辅助动力源的纯电动汽车的电力和动力传输系统如图 2-1-14 所示。

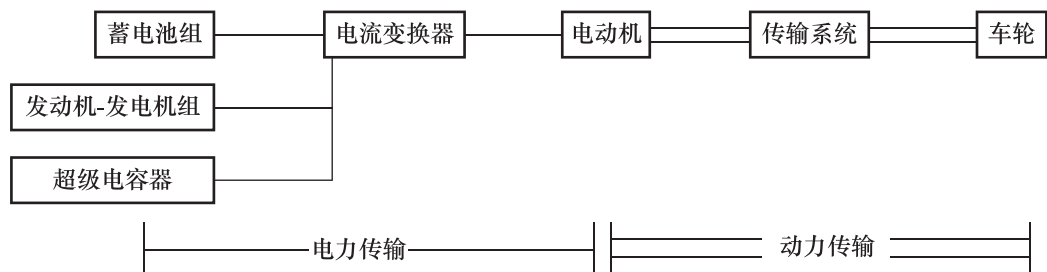


图 2-1-14 装有辅助动力源的纯电动汽车的电力和动力传输系统

2. 纯电动汽车的结构

燃油汽车主要由发动机、底盘、车身和电气四大部分组成。纯电动汽车的结构与燃油汽车相比，主要增加了电力驱动控制系统，取消了发动机，由电力驱动主模块、车载电源模块和辅助模块三大部分组成，如图 2-1-15 所示。当汽车行驶时，由蓄电池输出电能（电流）通过控制器驱动电动机运转，电动机输出的转矩经传动系统带动车轮前进或后退。电动汽车续航里程与蓄电池容量有关，蓄电池容量受诸多因素限制。要提高一次充电续航里程，必须尽可能地节省蓄电池的能量。

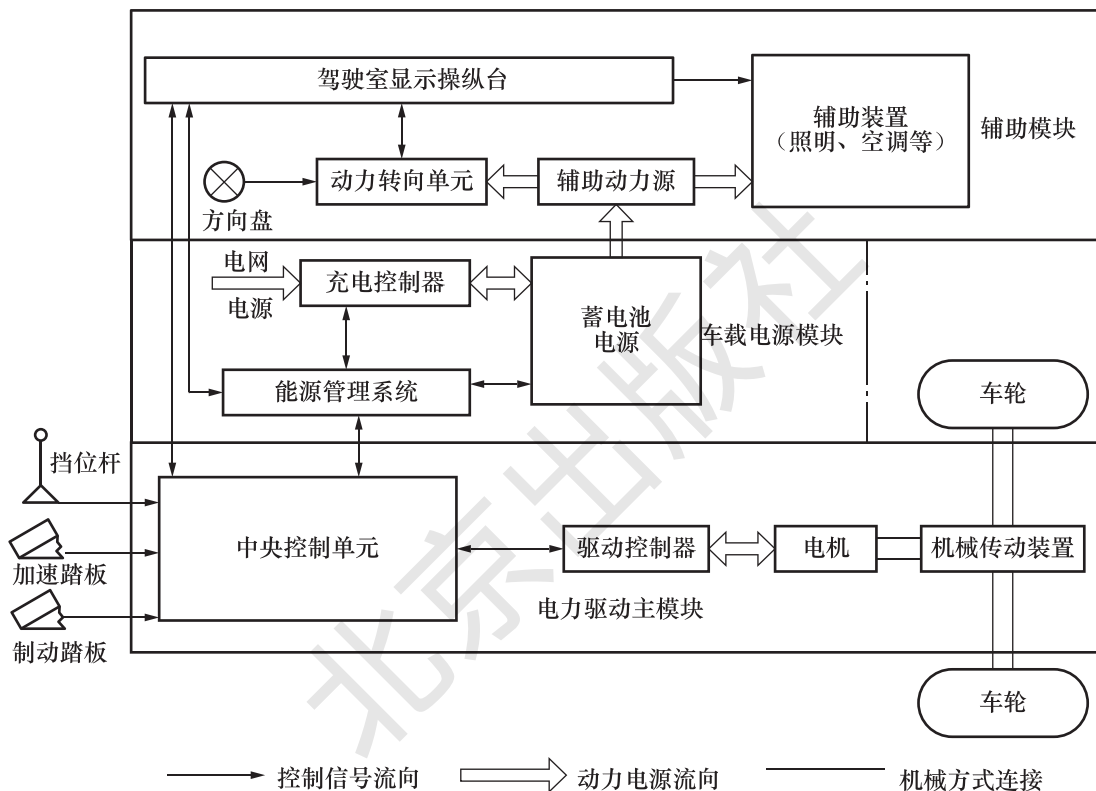


图 2-1-15 电力驱动控制系统的组成与工作原理

（1）电力驱动主模块

① 组成：电力驱动主模块主要包括中央控制单元、驱动控制器、电机、机械传动装置和车轮等。

② 功用：将存储在蓄电池中的电能高效地转化为车轮的动能，并能够在汽车减速制动时，将车轮的动能转化为电能充入蓄电池。

（2）车载电源模块

电源模块主要包括蓄电池电源、能量管理系统和充电控制器等。它的功用是向电动机提供驱动电能、监测电源使用情况以及控制充电机向蓄电池充电。

（3）辅助模块

辅助系统主要包括辅助动力源、动力转向系统、驾驶室显示操纵台和各种辅助装置等。辅助系统除辅助动力源外，依据不同车型而不同。

3. 纯电动汽车的特点

（1）无污染，噪声低。纯电动汽车不产生排气污染，对环境保护和空气的洁净是十分有益的，有“零污染”的美称；电动汽车无内燃机产生的噪声，电动机噪声小。

（2）能源效率高，多样化。电动汽车的能源效率已超过汽油机汽车，特别是在城市运行。电动汽车停止时不消耗电量，在制动过程中电动机可自动转化为发电机，实现制动减速时能量的再利用。

另外，电动汽车的应用可有效地减少对石油资源的依赖，可将有限的石油用于更重要的方面。向蓄电池充电的电力可以由煤炭、天然气、水力、核能、太阳能、风力、潮汐等能源转化。除此之外，如果夜间向蓄电池充电，还可以避开用电高峰，有利于电网均衡负荷，减少费用。

（3）结构简单，使用维修方便。电动汽车较内燃机汽车结构简单，运转、传动部件少，维修保养工作量小。当采用交流感应电动机时，电动机无须保养维护，更重要的是电动汽车易操纵。

（4）动力电源使用成本高，续航里程短。目前电动汽车尚不如内燃机汽车技术完善，尤其是动力电池的寿命短，使用成本高。电池的储能量小，一次充电后行驶里程不理想，电动车的价格较贵。但随着电动汽车技术的发展，电动汽车存在的缺点会逐步得到解决。

4. 纯电动汽车车型实例

比亚迪 e6 纯电动汽车如图 2-1-16 所示。



图 2-1-16 比亚迪 e6 纯电动汽车

与传统汽车结构相比，纯电动汽车在动力驱动方面区别最大，比亚迪 e6 汽车在动力驱动上主要由三大模块组成：电动车控制模块、动力模块和高压辅助模块。

比亚迪 e6 工作原理框图如图 2-1-17 所示。

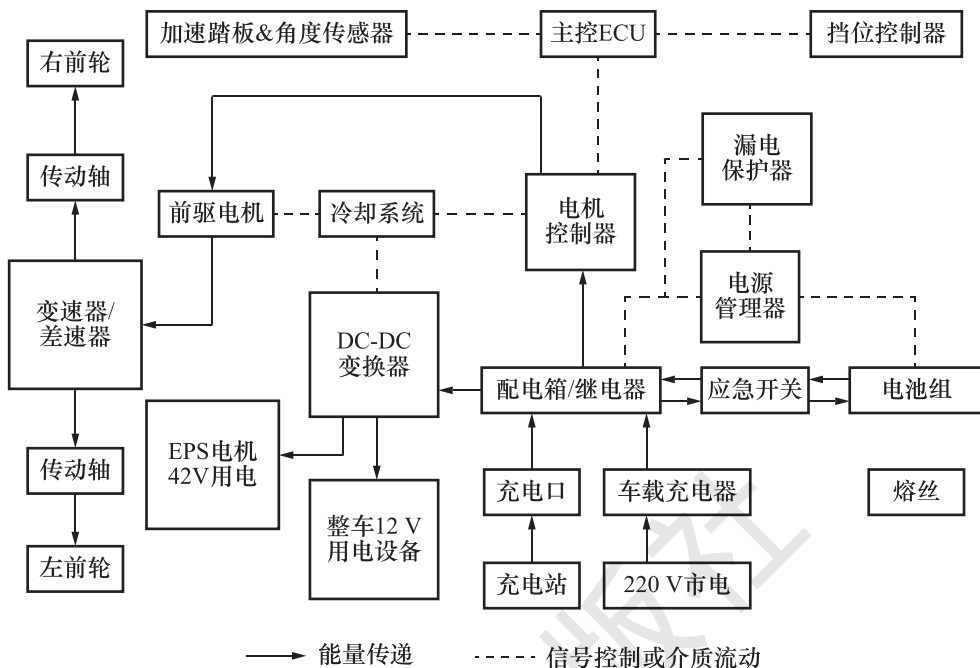


图 2-1-17 比亚迪 e6 工作原理框图

（1）电动车控制模块

比亚迪 e6 汽车控制模块主要由电机控制器、DC-DC 变换器、动力配电箱、电池管理单元等组成。

（2）动力模块

比亚迪 E6 汽车动力模块主要由动力总成和磷酸铁钴锂电池包体总成组成。

（3）高压辅助模块

高压辅助模块主要由漏电保护器、挡位执行器、主控 ECU、加速踏板、车载充电器、应急开关等组成。

车载充电器有两种充电方式，直流充电和交流充电。交流充电主要是通过家用插头和交流充电桩接入交流充电口，通过车载充电器将家用 220 V 交流电转为 330 V 直流高压电给动力电池进行充电。

二、混合动力电动汽车

混合动力电动汽车是指拥有两种不同动力源的汽车。这两种动力源在汽车不同的行驶状态（如起步、低中速，匀速，加速，高速，减速或者刹车等）下分别工作，或者一起工作，通过这种组合达到最少的燃油消耗和尾气排放，从而实现省油和环保的目的。例如，丰田普锐斯。

1. 混合动力电动汽车的定义与分类

1) 混合动力电动汽车的定义

(1) 从狭义上讲,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,既有蓄电池可提供电力驱动,又装有一个相对小型内燃机的汽车。

(2) 从广义上来讲,混合动力电动汽车指的是装备有两种具有不同特点驱动装置的车辆。

(3) 国际电子技术委员会对混合动力车辆的定义为:在特定的工作条件下,可以从两种或两种以上的能量存储器、能量源或能量转化器中获取驱动能量的汽车。

2) 混合动力电动汽车的分类

混合动力电动汽车分类方法较多,主要介绍6种分类方法。

(1) 按照动力系统结构形式划分。根据混合动力电动汽车零部件的种类、数量和连接关系,可以将其分为串联式混合动力电动汽车(SHEV)、并联式混合动力电动汽车(PHEV)和混联式混合动力电动汽车(PSHEV)。

① 串联式混合动力电动汽车是指车辆行驶系统的驱动力仅来源于电动机的混合动力电动汽车。

② 并联式混合动力电动汽车是指车辆行驶系统的驱动力由电动机及发动机同时或单独供给的混合动力电动汽车。

③ 混联式混合动力电动汽车是指具备串联式和并联式两种混合动力系统结构的混合动力电动汽车。

(2) 按照混合度划分。按照电动机相对于燃油发动机的功率比大小,可以将其分为微混合型混合动力电动汽车、轻度混合(弱混合)型混合动力电动汽车、中度混合型混合动力电动汽车和重度混合(强混合)型混合动力电动汽车。

① 微混合型混合动力电动汽车是以发动机为主要动力源,不具备纯电动行驶模式的混合动力电动汽车。仅具备停车怠速停机功能的混合动力电动汽车是一种典型的微混合模式。一般情况下,电动机的峰值功率和发动机的额定功率比 $\leq 5\%$ 。

② 轻度混合(弱混合)型混合动力电动汽车是以发动机为主要动力源,电动机作为辅助动力,在车辆加速和爬坡时,电动机可向车辆行驶系统提供辅助驱动力矩,但不能单独驱动车辆行驶的混合动力电动汽车。一般情况下,电动机的峰值功率和发动机的额定功率比为 $5\% \sim 15\%$ 。

③ 中度混合型混合动力电动汽车是以发动机和/或电动机为动力源的混合动力电动汽车。一般情况下,电动机的峰值功率和发动机的额定功率比为 $15\% \sim 40\%$ 。

④ 重度混合(强混合)型混合动力电动汽车是以发动机和/或电动机为动力源,且电动机可以独立驱动车辆行驶的混合动力电动汽车。一般情况下,电动机的峰值功率和发动机的额定功率比 $> 40\%$ 。

(3) 按照外接充电能力划分。按照是否能够外接充电,可分为可外接充电型混合

动力电动汽车和不可外接充电型混合动力电动汽车。

①可外接充电型混合动力电动汽车是一种被设计成可以在正常使用情况下从非车载装置中获取能量的混合动力电动汽车。

②不可外接充电型混合动力电动汽车是一种被设计成在正常使用情况下从车载燃料中获取全部能量的混合动力电动汽车。

(4) 按照行驶模式的选择方式划分。按照行驶模式的选择方式可分为有手动选择功能的混合动力电动汽车和无手动选择功能的混合动力电动汽车。

①有手动选择功能的混合动力电动汽车是指具备行驶模式手动选择功能的混合动力电动汽车, 车辆可选择的行驶模式包括热机模式、纯电动模式和混合动力模式三种。

②无手动选择功能的混合动力电动汽车是指不具备行驶模式手动选择功能的混合动力电动汽车, 车辆的行驶模式根据不同工况自动切换。

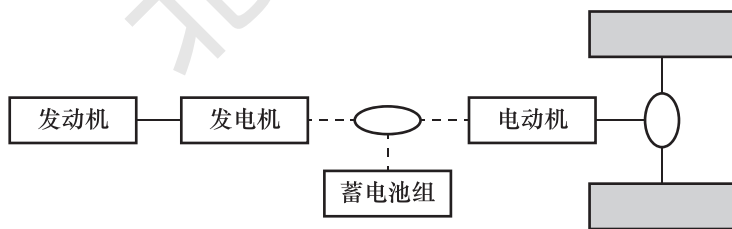
(5) 按照车辆用途划分。按照车辆用途可以分为混合动力电动乘用车、混合动力电动客车和混合动力电动货车。

(6) 按照与发动机混合的可再充电能量储存系统划分。按照与发动机混合的可再充电能量储存系统不同, 可以分为动力蓄电池式混合动力电动汽车、超级电容器式混合动力电动汽车、机电飞轮式混合动力电动汽车和动力蓄电池与超级电容器组合式混合动力电动汽车。

2. 混合动力电动汽车的系统结构

(1) 串联式混合动力电动汽车

串联式混合动力电动汽车系统结构如图 2-1-18 所示, 它主要由发动机、发电机、驱动电动机和蓄电池组等部件组成。发动机仅仅用于发电, 发电机发出的电能通过电动机控制器直接输送到电动机, 由电动机产生的电磁力矩驱动汽车行驶。



(2) 并联式混合动力电动汽车

并联式混合动力电动汽车系统结构如图 2-1-19 所示, 它主要由发动机、电动机 / 发电机和蓄电池组等部件组成, 有多种组合形式, 可以根据使用要求选用。并联式混合动力系统采用发动机和电动机两套独立的驱动系统驱动车轮。

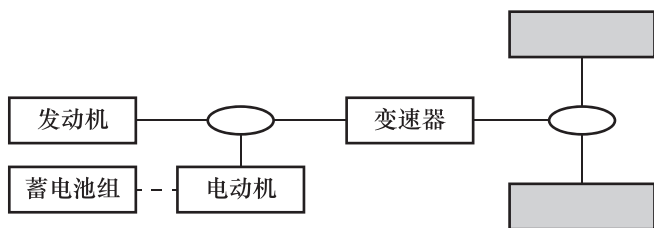


图 2-1-19 并联式混合动力电动汽车系统结构

(3) 混联式混合动力电动汽车

混联式驱动系统是串联式与并联式的综合，其系统结构如图 2-1-20 所示，它主要由发动机、发电机、电动机、行星齿轮机构和蓄电池组等部件组成。

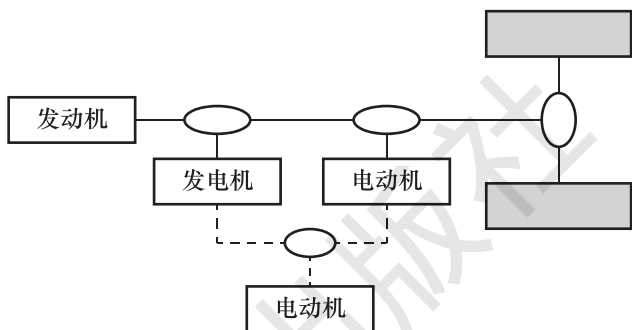


图 2-1-20 混联式混合动力电动汽车系统结构

3. 混合动力电动汽车的特点

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。

(1) 与纯电动汽车比较，混合动力电动汽车具有如下的优点：

① 由于有原动机作为辅助动力，蓄电池的数量和质量可减少，因此汽车自身重量可以减小。

② 汽车的续航里程和动力性可达到内燃机的水平。

③ 借助原动机的动力，可带动空调、真空助力、转向助力及其他辅助电器，无须消耗蓄电池组有限的电能，从而保证了驾车和乘坐的舒适性。

(2) 与内燃机汽车比较，混合动力电动汽车具有如下的优点：

① 可使原动机在最佳的工况区域稳定运行，避免或减少了发动机变工况下的不良运行，使得发动机的排污和油耗大为降低。

② 在人口密集的商业区、居民区等地可用纯电动方式驱动车辆，实现污染零排放。

③ 通过电动机提供动力，因此可配备功率较小的发动机，并通过电动机回收汽车减速和制动时的能量，进一步降低了汽车的能量消耗和排污。

4. 混合动力电动汽车车型实例

(1) 丰田凯美瑞 THS-II 混合动力汽车

混合动力版凯美瑞是前置前驱式轿车，使用丰田混合动力系统 THS-II，如图 2-1-21 所示。该系统对 3 AZ-FXE 发动机和 P311 混合动力传动桥（混合动力车辆传动桥总成）内的高转速、大功率电动机 - 发电机组（MG1 和 MG2）执行最佳协同控制。

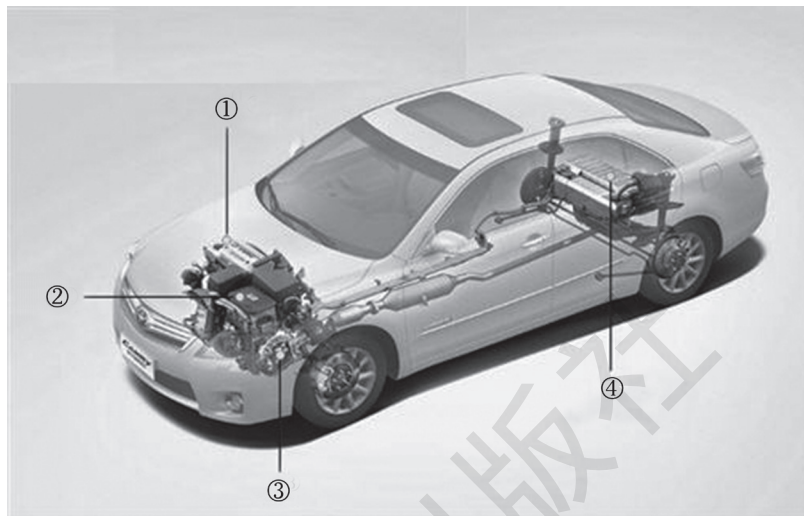


图 2-1-21 丰田凯美瑞混合动力汽车动力总成组成示意图

①—阿特金森循环发动机；②—电力电子控制器；③—双同步交流电动机；④—HV 镍氢蓄电池

THS-II 混合动力汽车的特点

①优良的行驶性能。THS-II 采用了可将工作电压升至最高电压（直流 650V）的增压转换器组成的变压系统。可在高压下驱动电机 1（MG1）和电机 2（MG2），并以较小电流将与供电相关的电气损耗降到最低。因此，可以使 MG1 和 MG2 高转速、大功率工作。通过高转速、大功率 MG2 和高效 3 AZ-FXE 发动机的协同作用，达到较高水平的驱动力，使车辆获得优良的行驶性能。

②良好的燃油经济性。THS-II 通过优化 MG2 的内部结构获得高水平的再生能力，从而实现良好的燃油经济性。当车辆怠速运转时，发动机停止工作，并在发动机工作效率不良的情况下尽量停止发动机工作，车辆此时仅使用 MG2 来工作。在发动机工作效率良好的情况下，发动机在发电的同时，使用 MG1 驱动车辆。因此，该系统以高效的方式影响驱动能量的输入 - 输出控制，以实现良好的燃油经济性。当车辆减速时，前轮的动能被回收并转换为电能，通过 MG2 对 HV 蓄电池再充电。

③低排放。THS-II 车辆怠速运转时，发动机停止工作，并在发动机工作效率不良的情况下尽量停止发动机工作，车辆此时仅使用 MG2 来工作，实现发动机尾气的零排放。在发动机工作效率良好的情况下，发动机在发电的同时，使用 MG1 驱动车辆。这样，发动机始终工作在燃烧效率最好的状态，有效降低了排放。

THS-II 的特征

① THS-II 采用了可将系统工作电压升至最高电压（直流 650 V）的增压转换器和可将直流电转换为交流电的逆变器组成的变压系统，为 MG1 和 MG2 提供系统电压。

② THS-II 功率耦合器采用双排行星齿轮结构，如图 2-1-22 所示。在原功率耦合行星齿轮机构上又增加了减速行星齿轮机构，其目的是降低电机转速，用来使高转速、大功率的 MG2 最适合混合动力传动桥内的动力分配给行星齿轮机构。



图 2-1-22 双排行星齿轮结构

三、燃料电池电动汽车

20 世纪六七十年代，美国首先将燃料电池用于航天，作为航天飞机的主要电源。此后，美国等西方各国将燃料电池的研究转向民用发电和作为汽车、潜艇等的动力源。燃料电池电动汽车是利用氢气等燃料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，作为主要动力源驱动的汽车。

1. 燃料电池电动汽车的类型

（1）纯燃料电池驱动的 FCEV

纯燃料电池驱动（PFC）的燃料电池电动汽车只有一个燃料电池动力源，如图 2-1-23 所示。

特点：结构简单，便于实现系统控制和整体布置；系统部件少，有利于整车轻量化，使得整车能量传递效率高。缺点是燃料电池功率大，成本高；对燃料电池系统的动态性能和可靠性提出了很高要求；不能进行制动能量回收。

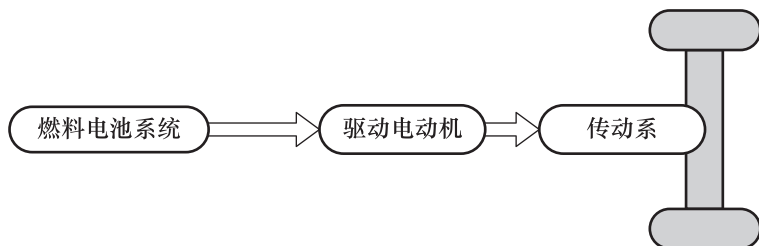


图 2-1-23 纯燃料电池驱动的电动汽车的动力系统结构

（2）燃料电池与辅助蓄电池联合驱动（FC+B）的 FCEV

燃料电池与辅助蓄电池联合驱动（FC+B）的燃料电池电动汽车结构有串联式和并联式。在图 2-1-24 所示的并联结构中，燃料电池和蓄电池一起为驱动电动机提供能量。

特点：增加了蓄电池组，系统对燃料电池的功率要求有很大降低，从而大大降低整车成本；燃料电池可以在比较好的设定工作条件下工作，效率比较高；可以采用制动能量回收。缺点是蓄电池的使用使整车质量增加，动力性和经济性受到影响；系统变得复杂，控制和整体布置难度增加。

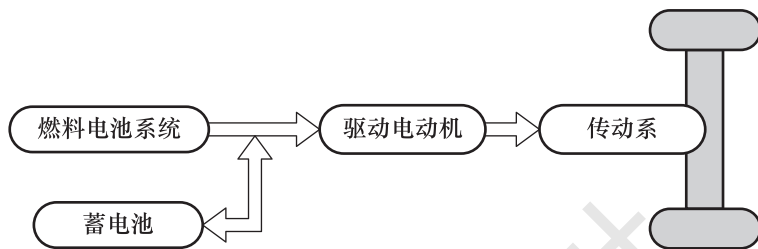


图 2-1-24 燃料电池与辅助蓄电池联合驱动的电动汽车的动力系统结构

（3）燃料电池与超级电容联合驱动（FC+C）的 FCEV

燃料电池与超级电容联合驱动电动汽车（FC+C）与 FC+B 结构相似，只是把蓄电池换成超级电容。相对于蓄电池，超级电容充放电效率高，能量损失小，比蓄电池功率密度大；在回收制动能量方面比蓄电池有优势，循环寿命长，但是超级电容的能量密度小。

（4）燃料电池与辅助蓄电池和超级电容联合驱动（FC+B+C）的 FCEV

燃料电池 + 蓄电池 + 超级电容（FC+B+C）结构形式如图 2-1-25 所示，这种结构在部件效率、动态特性和制动能量回收等方面优势突出。其缺点也更明显：增加了超级电容，系统质量增加；系统更加复杂，控制和整体布置难度更大。

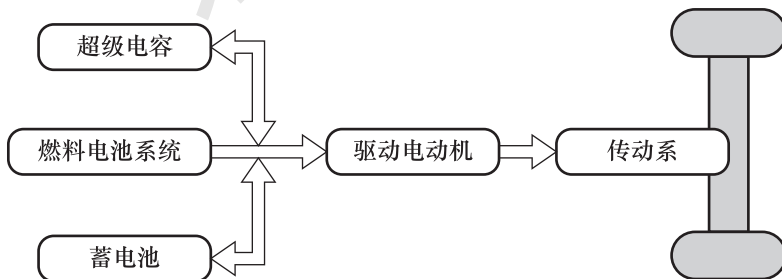


图 2-1-25 燃料电池与辅助蓄电池和超级电容联合驱动的电动汽车的动力系统结构

2. 燃料电池电动汽车的结构

目前燃料电池电动汽车绝大多数采用混合式燃料电池驱动系统，如同 2-1-26 所示。将燃料电池与辅助动力源（蓄电池）相结合，燃料电池可以仅满足持续功率需求，借助辅助动力源提供加速、爬坡等所需的峰值功率，而且在制动时可以将回馈的能量存储在辅助动力源中。

燃料电池电动汽车的动力系统主要由燃料电池发动机、辅助动力源、DC/DC 变换器、DC/AC 逆变器、电动机和动力电控系统等组成。

(1) 燃料电池发动机

在 FCEV 采用的燃料电池发动机中，为保证 PEMFC 组的正常工作，除以 PEMFC 组为核心外，还装有氢气供给系统、氧气供给系统、气体加湿系统、反应生成物的处理系统、冷却系统和电能转换系统等。只有这些辅助系统匹配恰当和正常运转，才能保证燃料电池发动机正常运转。

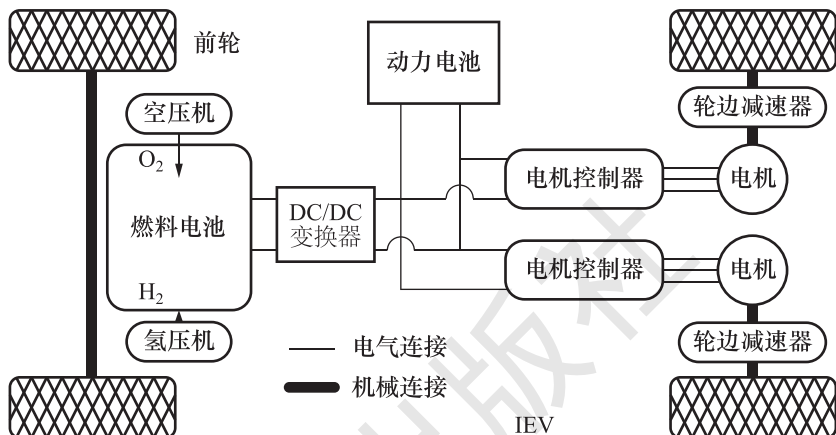


图 2-1-26 混合式燃料电池电动汽车工作原理示意图

(2) 辅助动力源

在 FCEV 上燃料电池发动机是主要电源，另外还配备有辅助动力源。根据 FCEV 的设计方案不同，其所采用的辅助动力源也有所不同，可以用蓄电池组、飞轮储能器或超大容量电容器等共同组成双电源系统。其作用是：起步时，提供电力；行驶时，储存电能；加速或爬坡时，双电源供电模式；制动时，储存反馈电能。

(3) DC/DC 变换器

FCEV 的燃料电池需要装置单向 DC/DC 变换器，蓄电池和超级电容器需要装置双向 DC/DC 变换器。其主要作用：调节燃料电池的输出电压；调调整整车能量分配；稳定整车直流母线电压。

(4) 驱动电动机

燃料电池电动汽车用的驱动电动机主要有直流电动机、交流电动机、永磁电动机和开关磁阻电动机等。燃料电池电动汽车驱动电机的选型必须结合整车开发目标，综合考虑电动机的特点。

(5) 动力电控系统

燃料电池电动汽车的动力电控系统主要由燃料电池发动机管理系统（FCE-ECU）、蓄电池管理系统（BMS）、动力控制系统（PCU）及整车控制系统（VMS）组成，而原型车的变速器系统会简化很多，主要包括：发动机管理系统、蓄电池管理系统、动力

控制系统、整车控制系统。

3. 燃料电池电动汽车的特点

燃料电池电动汽车技术与传统汽车、纯电动汽车技术相比，具有以下优点。

(1) 效率高。燃料电池的工作过程是化学能转化为电能的过程，不受卡诺循环的限制，能量转换效率较高，可以达到 30% 以上。

(2) 续航里程长。采用燃料电池系统作为能量源，克服了纯电动汽车续航里程短的缺点，其长途行驶能力及动力性已经接近于传统汽车。

(3) 绿色环保。燃料电池没有燃烧过程，以纯氢作燃料，生成物只有水，属于零排放。采用其他富氢有机化合物用车载重整器制氢作为燃料电池的燃料，生成物除水之外还可能有少量的 CO_2 ，接近零排放。

(4) 过载能力强。燃料电池除了在较宽的工作范围内具有较高的工作效率外，其短时过载能力可达额定功率的 200% 或更大。

(5) 低噪声。燃料电池属于静态能量转换装置，除了空气压缩机和冷却系统以外无其他运动部件，因此与内燃机汽车相比，运行过程中噪声和振动都较小。

(6) 设计方便灵活。燃料电池电动汽车可以按照 X—By—Wire 的思路进行汽车设计，改变传统的汽车设计概念，可以在空间和重量等问题上进行灵活的配置。

燃料电池电动汽车的主要缺点：燃料电池电动汽车的制造成本和使用成本过高；辅助设备复杂，且质量和体积较大；起动时间长，系统抗震能力有待进一步提高。

4. 燃料电池电动汽车车型实例

(1) 通用“氢动三号”(HYDROGEN 3)

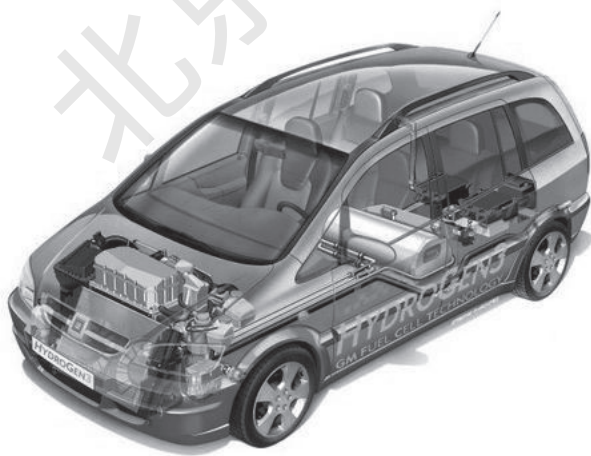


图 2-1-27 通用“氢动三号”(HYDROGEN)外形图

“氢动三号”是一款已经逐步走向成熟的燃料电池电动汽车，如图 2-1-27 所示，它是通用汽车公司基于欧宝赛飞利 MPV 多功能轿车改进的燃料电池电动汽车，已经达到了通用汽车和欧宝品牌的商业化生产指标。

“氢动三号”燃料电池驱动系统的工作原理：通过 68 L 氢气储存罐向燃料电池组提

供氢气，由 200 块相互串联在一起的燃料电池块组成的电池组产生电能，电池组所产生的电能输入三相异步电动机驱动车辆行驶，并几乎不产生任何噪声。“氢动三号”在 0~100 km/h 的加速时间约为 16 s，最大时速达到 160 km/h。氢储存罐分为两种，一种罐内储存的是温度为 -253 ℃ 的液态氢，另一种罐内储存的是承受最高压力可达 70 MPa 的高压氢气。一次充气行驶里程分别可达 400 km 和 270 km。

其主要技术参数如下：

尺寸（长 × 宽 × 高）：4 315 mm × 1 750 mm × 1 685 mm

车重：1 750 kg

乘员：5

续航里程：400 km

最大功率：60 kW

最大扭矩：215 N·m

驱动方式：前轮驱动

燃料电池型号：质子交换膜燃料电池

燃料类型：氢气

燃料储存方式：液态氢



拓展知识

乙醇燃料汽车

乙醇燃料汽车是使用车用乙醇汽油作为主要动力燃料的汽车。车用乙醇汽油是将变性燃料乙醇和汽油以一定的比例混合而形成的一种汽车燃料。在汽车上使用乙醇，可以提高燃料的辛烷值，增加氧含量，燃烧更完全，可以降低尾气中有害物的排放。

乙醇汽车燃料应用的方式有 4 种：①掺烧，指乙醇和汽油掺和使用，目前，掺烧占主要地位；②纯烧，即单独烧乙醇，属于试验阶段；③变性燃料乙醇，指乙醇脱水后，再添加变性剂而生成的乙醇，也属于试验阶段；④灵活燃料，指燃料既可用汽油，也可用乙醇或乙醇与汽油比例混合的燃料，还可用氢气，并随时可以切换，如福特、丰田均在试验灵活燃料汽车。

世界上已经有 40 多个国家在不同程度上应用乙醇燃料汽车，有的已达到较大规模的推广，乙醇燃料汽车的地位日益提升。

巴西是全球最早发展乙醇汽车的国家，根据巴西法律规定，国内所有加油站出售的汽油也必须添加 25% 的乙醇燃料。因此，巴西公路上跑的基本上都是乙醇燃料汽车。经过近 30 年的努力，巴西已成为世界上唯一不供应纯汽油的国家，也是世界上发展替代能源、采用乙醇为汽车燃料最为成功的国家之一。

通用汽车在乙醇及乙醇燃料汽车技术研发领域中，一直走在业界的最前列。通用汽车 20 多年前就已经致力于乙醇燃料技术的研发，并通过和众多乙醇燃料生产商的合

作，开发可以使用乙醇燃料的汽车产品。图 2-1-28 是萨博乙醇燃料汽车。



图 2-1-28 萨博乙醇燃料汽车

中国已成为世界上继巴西、美国之后第三大生物燃料乙醇生产国和应用国。2002 年 3 月，国家组织实施了车用乙醇汽油在河南和黑龙江的使用试点工作。2003 年 6 月，车用乙醇汽油的使用试点工作在河南、黑龙江两省五市圆满结束，在车用乙醇汽油使用试点期间，约有 20 余万辆汽车和 5 万余辆摩托车使用了近 20 万吨车用乙醇汽油。2004 年 2 月，国家发展和改革委员会等 8 个部委联合下发了《关于印发〈车用乙醇汽油扩大试点方案〉和〈车用乙醇汽油扩大试点工作实施细则〉的通知》，扩大车用乙醇汽油在全国范围内的试点。