

新能源汽车产业 关键技术概论



郭向伟 著



 西北工业大学出版社

XINNENGYUAN QICHE CHANYE GUANJIAN JISHU GAILUN

新能源汽车产业关键技术概论

郭向伟 著



西北工业大学出版社
西安

【内容简介】 本书主要立足于新能源汽车产业的关键技术，对新能源汽车动力系统结构、自身的“三大电”技术、充电技术、运营模式及未来发展动态进行研究，系统的阐述了新能源汽车产业各关键技术、发展状况及未来的发展方向。与国内外同类书目相比，本书既有对新能源汽车本身关键技术的解读分析，也有对相关技术的解读分析，同时包含相关技术的发展趋势，力争使读者能够全面了解目前我国新能源汽车产业关键技术的特点及发展动态，本书可作为从事新能源汽车行业的各个领域读者，也可作为相关科研人员的读物。

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源汽车产业关键技术概论/郭向伟著. —西安:
西北工业大学出版社, 2018. 7
ISBN 978-7-5612-6163-7

I. ①新… II. ①郭… III. ①新能源—汽车—研究
IV. ①U469. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 182233 号

策划编辑: 季 强

责任编辑: 张 友 王 蓁

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号 邮编: 710072

电 话: (029) 88493844 88491757

网 址: www.nwpu.com

印刷者: 西安真色彩设计印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 6.625

字 数: 148.6 千字

版 次: 2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 43.00 元



作者简介

郭白伟 男,1987年10月生,河南焦作人,工学博士,现为河南理工大学电气工程与自动化学院讲师。

2012年开始师从华南理工大学新能源研究中心康龙云教授从事新能源汽车电池管理系统、与电网协调充放电技术的研究,截止2018年7月,授权发明专利3项,实用新型专利12项,发表论文12篇,SCI收录4篇,主持南方电网科技项目一项,河南省高等学校重点科研项目1项,参与国家自然科学基金1项,其余项目3项,广东省东莞市第二批科研创新团队核心成员。



前 言

新能源汽车产业作为我国重点发展的战略性新兴产业之一，加快培育和发展新能源汽车产业，是我国应对能源和环境挑战、推动传统汽车产业转型升级的紧迫任务，也是抢占未来竞争制高点、加快经济发展方式转变的战略举措。本书系统的阐述了新能源汽车产业关键技术、发展状况及未来的发展方向。与国内外同类书目相比，既有对新能源汽车本身关键技术的解读分析，也有对相关技术的解读分析，同时包含相关技术的发展趋势。

本书分为六章，第一章作为本书的绪论，首先介绍新能源汽车的研究范畴；其次介绍新能源汽车的主要类型及特点；再次，讲述全球新能源汽车发展的简史及发展特点。第二章讲述新能源汽车“三大电”技术，包括新能源汽车电池技术、驱动电机技术和电控技术。第三章对新能源汽车充换电技术进行研究评析，包括新能源汽车充电技术形式及特点、充换电站设施的机构及功能、国内外充换电设施产业现状等三个部分。第四章对新能源汽车运营模式进行研究，重点解读分析了法国和我国深圳地区新能源汽车的运营模式，并对其总结分析。第五章首先对我们目前新能源汽车推广政策研究分析，其次对国内部分新能源汽车产业方面的专家进行访谈并解读其观点。第六章统筹总结我国新能源汽车产业关键技术发展的特点及提出作者对新能源汽车产业关键技术发展的一些观点看法。

本书成稿过程得到了众多专家学者的支持与指导，特别感谢华南理工大学康龙云教授对本书整体内容的把握，感谢南方电网公司张崇超总经理、宋总涛经理为本书提供翔实可靠的数据支持及写作指导；出版过程得到了单位同事大力支持，书稿得到了谢东垒副教授、华显的帮助整理，感谢王福忠院长、付子义院长、郑征院长、艾永乐教授、司纪凯教

授的帮助。

本书受国家自然科学基金青年基金(61703145),河南省高等学校重点科研项目(19A470001,18A470014),河南理工大学博士基金(B2017-17,B2017-20)资助。

由于作者水平有限,书中可能存在不妥或错误,恳请读者批评指正。

郭向伟

2018年1月



目 录

第一章 绪论	2
1.1 新能源汽车的范畴	3
1.2 新能源汽车主要类型及特点	4
1.3 新能源汽车发展简史	12
1.4 全球新能源汽车发展特点	17
1.5 本章小结	23
第二章 新能源汽车“三大电”技术	25
2.1 新能源汽车动力电池技术	26
2.2 新能源汽车驱动电机技术	40
2.3 新能源汽车电控系统技术	47
2.4 新能源汽车明星产品关键技术解析	51
2.5 本章小结	58
第三章 新能源汽车充换电技术概论	63
3.1 充电技术形式及特点	64
3.2 充换电站设施的机构及功能	69
3.3 国内外充换电设施建设研究	75
3.4 本章小结	80
第四章 新能源汽车运营模式概论	83
4.1 法国电动汽车运营模式研究	84



新能源汽车产业关键技术概论

4.2	我国部分地区新能源汽车运营模式研究	85
4.3	本章小结	94
第五章	新能源汽车政策特点及名家访谈	97
5.1	我国新能源汽车政策概述及特点分析	98
5.2	我国新能源汽车名家访谈	99
5.3	本章小结	102
第六章	总结	104
	参考文献	107

第

一

章



绪
论



新能源汽车产业作为我国重点发展的战略性新兴产业，加快培育和发展新能源汽车产业，是我国应对能源和环境挑战、推动传统汽车产业转型升级的紧迫任务，也是抢占未来竞争制高点、加快经济发展方式转变的战略举措。本章绪论，首先，介绍新能源汽车的研究范畴；其次，介绍新能源汽车的主要类型及特点；再次，讲述全球新能源汽车发展的简史及发展特点。

1.1 新能源汽车的范畴

2012年，国务院办公厅发布了《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》（以下简称《规划》）。《规划》中明确指出新能源汽车是指采用新型动力系统，完全或者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。对于此规划，发改委产业协调司副司长陈建国特别强调：“不是所有的电动汽车都是新能源汽车，明确了低速电动车不属于新能源汽车。其主要原因是安全问题，低速电动车的碰撞标准无法达到机动车安全标准，因此不能在机动车道行驶。同时，在技术上，低速电动车不具备对于新能源核心技术的支持。”。

本书中新能源汽车所涵盖的对象范围是对《规划》中新能源汽车类型进一步的补充，主要包括纯电动汽车、插电式混合动力汽车、非插电式混合动力汽车及氢燃料电池汽车等。其中，纯电动汽车是指符合国家“双80”标准（续航里程 $\geq 80\text{km}$ ，最高时速 $\geq 80\text{km}$ ，这是国家《规划》中界定一台电动汽车是否可以纳入新能源汽车的行业标准）的电动汽车，俗称“双80”标准，低于此标准的电动车型被归入低速电动车类别，不享受国家各项政策补贴。



1.2 新能源汽车主要类型及特点

新能源汽车主要包括纯电动汽车、混合动力汽车及燃料电池汽车，本节分别介绍这三种车型的工作原理及特点。

1.2.1 纯电动汽车

纯电动汽车（BEV）是指仅由电力驱动的车辆，主要由底盘、车身、蓄电池、电动机、控制器和辅助设施等6部分组成。工作原理可以简要地表达为蓄电池→电流→电力调节器→电动机→动力传动系统→驱动汽车行驶，如图1-1所示。

蓄电池电力驱动及控制系统是纯电动汽车的核心，也是区别于内燃机汽车的最大不同点。电力驱动及控制系统由电源、驱动电机和电动机的调速控制装置等组成。对于纯电动汽车来说，性能、成本、用户体验能否压倒内燃机汽车，关键在于动力电池。

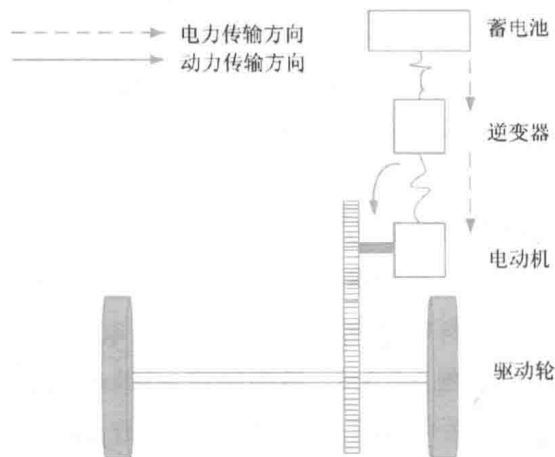


图 1-1 纯电动汽车工作原理示意图



1.2.2 混合动力汽车

混合动力汽车(HEV)是指采用传统燃料同时配以电动机和发电机,由电动机作为发动机的辅助动力,以改善低速动力输出和燃油消耗的车型。按照燃料种类的不同,混合物汽车主要又可分为汽油混合动力、柴油混合动力和气电混合动力。目前国内市场上,混合动力车辆的主流都是汽油混合动力,而国际市场上柴油混合动力车型发展得也很快。以下简述混合动力汽车的分类。

1.2.2.1 按电机输出功率在整个系统输出功率中所占的比重分类

首先,对于混合动力汽车,依据电机的输出功率在整个系统输出功率中所占比重,可以将其分为轻度混合型、中度混合型和强混合型混合动力电动汽车。

1. 轻度混合型

轻度混合动力系统在传统内燃机的启动电机(一般为12V)上加装了皮带驱动启动电机(BSG系统),该电机为发电启动(Stop-Start)一体式电动机,用来控制发动机的启动和停止,从而取消了发动机的怠速,降低了油耗和排放,但是它的电机并没有为汽车行驶提供持续的动力,因此节油率在20%以下。

2. 中度混合型

中度混合动力系统与轻度混合动力系统不同,中度混合动力系统采用的是高压电机。另外中度混合动力系统还增加了一个功能,在汽车处于加速或者大负荷工况时,电动机能够辅助驱动车轮,从而补充发动机本身动力输出的不足,从而更好地提高整车性能,这种系统的混合程度较高,节油率可以达到20%~40%。

3. 强混合动力型

强混合动力系统采用272~650V的高压启动电机,通过车载电池供电,电动机可以在启动或巡航过程中,单独驱动车辆行驶,在加速或者电池能量不足的情况下,再由内燃机单独或者联合电动机驱动车辆。与中度混合动力系统相比,强混合动力系统的混合度更高,节油率可达



40%以上。目前技术已经成熟，应用广泛，丰田普锐斯和比亚迪“秦”等主流混合动力车型都属于强混车型。

1.2.2.2 按车辆是否需要利用外接充电插头充电分类

根据车辆是否需要利用外接充电插头进行充电，可以将混合动力汽车分为插电式混合动力汽车和非插电式混合动力汽车。非插电式混合动力汽车就是没有单独外接充电插口的混合动力汽车，也称为常规混合动力汽车。

插电式混合动力汽车（PHV）是介于电动车与燃油车两者之间的一种车，既有传统汽车的发动机、变速箱、传动系统、油路、油箱，也有电动车的电池、电机、控制电路，而且电池容量比较大，有充电接口，因此节油率可达70%。

插电式与非插电式混合动力汽车的主要区别在于非插电式混合动力汽车的电池容量很小，仅在起/停、加/减速的时候供应/回收能量，不能外部充电，不能用纯电模式较长距离行驶；插电式混合动力车的电池相对比较大，可以外部充电，可以用纯电模式行驶，电池电量耗尽后再以混合动力模式（以内燃机为主）行驶，并适时向电池充电。

插电式混合动力汽车与纯电动汽车相比：插电混合动力汽车电池容量要小很多，但是带有传统燃油车的发动机、变速箱、传动系统、油路、油箱，在无法充电的时候，只要有加油站就可以一直行驶下去，行驶里程不受充电条件的制约，又具有燃油车的优势。

1.2.2.3 按动力系统结构分类

另外，根据动力系统的结构特征可以将混合动力汽车分为串联式、并联式及混联式3种。

1. 串联式混合动力汽车

串联式混合动力汽车的动力系统由发动机、发电机和电动机三部分组成。它们之间用串联方式组成SHEV动力单元系统，发动机驱动发电机发电，电能通过控制器输送到电池或电动机，由电动机通过变速机构驱动汽车。小负荷时，由电池驱动电动机驱动车轮；大负荷时，由发动机带动发电机发电驱动电动机。当车辆处于启动、加速、爬坡工况时，发



动机、电动机组和电池组共同向电动机提供电能；当车辆处于低速、滑行、怠速的工况时，则由电池组驱动电动机，当电池组缺电时则由发动机-发电机组向电池组充电。串联式结构适用于城市内频繁起步和低速运行工况，可以将发动机调整在最佳工况点附近稳定运转，通过调整电池和电动机的输出来达到调整车速的目的。使发动机避免了怠速和低速运转的工况，从而提高了发动机的效率，减少了废气排放。但是它的缺点是能量几经转换，机械效率较低，并不适合高速行驶。城市的公交车基本都是串联式混动系统，乘用车的典型代表是雪佛兰沃蓝达。如图 1-2 所示为串联式混合动力汽车动力系统基本结构。

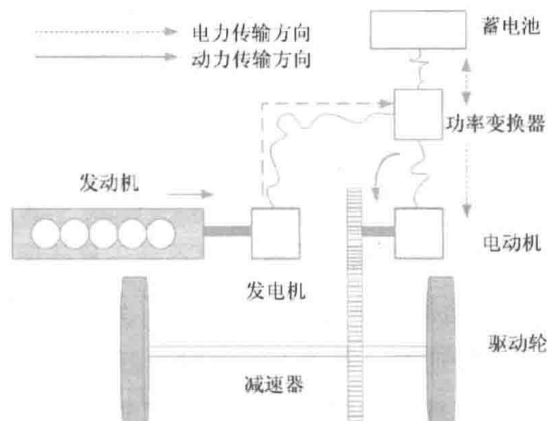


图 1-2 串联式混合动力汽车动力系统基本结构示意图

2. 并联式混合动力汽车

并联式混合动力汽车动力装置的发动机和电动机分属两套系统，在不同的路面上既可以共同驱动又可以单独驱动。当汽车加速爬坡时，电动机和发动机能够同时向传动机构提供动力，一旦汽车车速达到巡航速度，汽车将仅仅依靠发动机维持该速度。电动机既可以作电动机又可以作发电机使用，又称为电动-发电机组。由于没有单独的发电机，发动机可以直接通过传动机构驱动车轮，这种装置更接近传统汽车的驱动系统，机械效率损耗与普通汽车差不多，得到比较广泛的应用。代表车型有比亚迪“秦”、本田 Insight、本田 CRZ 以及别克君越 eAssist 等。如图



1-3 所示为并联式混合动力汽车动力系统基本结构。

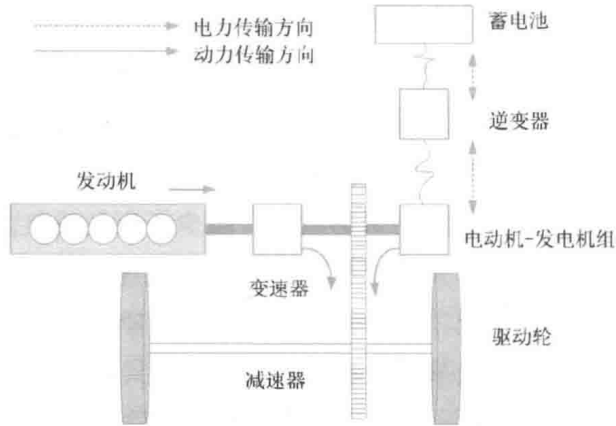


图 1-3 并联式混合动力汽车动力系统基本结构示意图

3. 混联式混合动力汽车

混联式混合动力 (CHEV) 与并联式混合动力一样, 也有两套驱动系统, 两套机构或通过齿轮系、或采用行星轮式结构 (第三代丰田普锐斯和 2012 款丰田凯美瑞尊瑞采用的 THS-II 混合动力系统即采用行星轮式结构) 结合在一起, 电动机用于直接驱动车轮, 发电机用于给电池充电, 车辆在起步时, 引擎转速低, 效率低, 此时由低速性能和扭矩输出效率更高的电动机来驱动车辆, 达到节省燃油的目的。视电池容量情况, 引擎会在需要的时候推动发电机给电池充电或者直接向电动机供电, 此时系统相当于串联系统。当车速提高, 引擎进入能高效率工作的转速时, 汽车改由发动机驱动, 能够避免继续由电动机推动而产生的各种能量损耗问题 (见第 6 页所说串联系统高速行驶的缺点), 提高了效率。当有需要 (爬坡或急加速) 时, 电动机会伺机介入, 增加额外扭矩, 此时的系统更像并联系统。

根据助力装置不同, 混联式混合动力又分为发动机为主和电动机为主两种。以发动机为主的形式中, 发动机作为主动力源, 电动机为辅助动力源; 以电动机为主的形式中, 发动机作为辅助动力源, 电动机为主动力源。混联式混合动力系统结构的优点是控制方便, 缺点是结构比较复杂。混联式混合动力代表车型是丰田普锐斯, 普锐斯属于以电动机为

主的形式。如图 1-4 所示为混联式混合动力汽车动力系统基本结构。

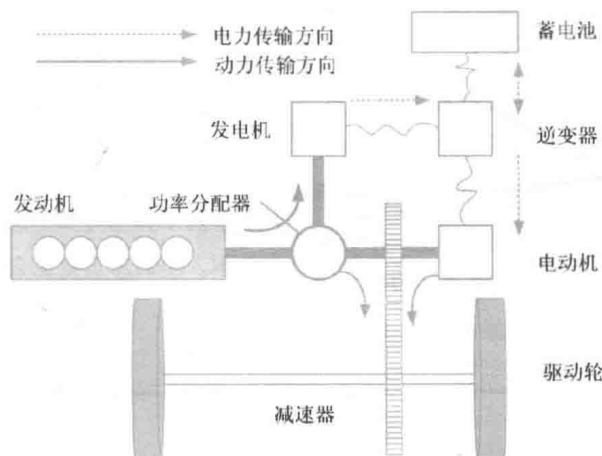


图 1-4 混联式混合动力汽车动力系统基本结构示意图

表 1-1 给出了三种混合动力汽车的优缺点对比。

表 1-1 串联式、并联式和混联式混合动力汽车优缺点对比一览表

类型	优点	缺点
串联式	通过控制系统可以让发动机一直工作在最佳转速,即使在充电不便时,市内堵车路况下油耗也比较低,发动机噪声也可以控制得非常小	由于发动机和发电机并不直接驱动车轮,造成了这部分功率的浪费;高速路况下,如果发动机直接驱动车轮,可以一直工作在最佳工作模式,而串联式混合动力多了一个转换过程,转换本身要消耗能量,造成油耗反而偏高
并联式	电动机、发动机共同驱动车轮,没有功率浪费的问题,在传统燃油车基础上改动小,成本也较低	发动机不能保证一直在最佳转速下工作,油耗比较高