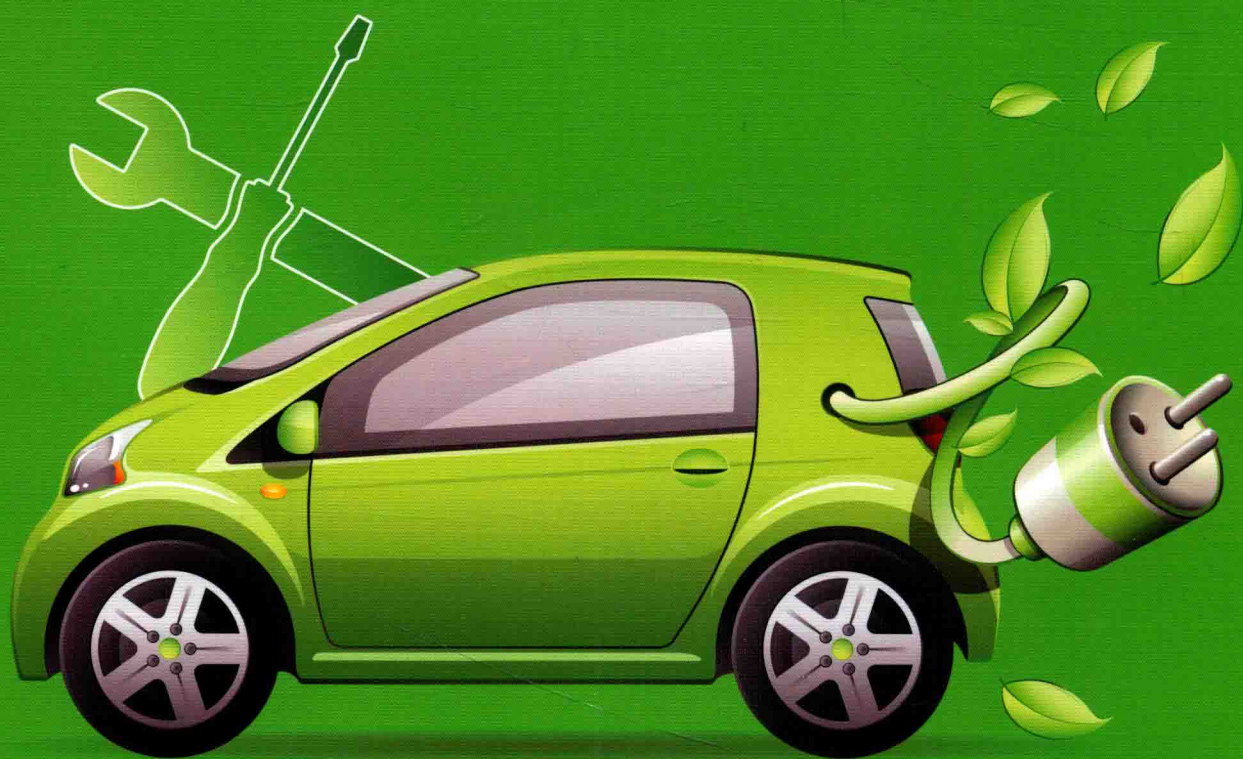


TUJIE XINXING DIANDONG QICHE
JIEGOU YUANLI YU WEIXIU

2017版

图解新型电动汽车 结构·原理与维修

瑞佩尔 主编



前言 PREFACE

TUJIE XINXING DIANDONG QICHE
JIEGOU YUANLI YU WEIXIU

2017版

图解新型电动汽车 结构·原理与维修

瑞佩尔 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

TUJIE XINXING DIANDONG QICHE
JIEGOU YUANLI YU WEIXIU

图解新型电动汽车结构·原理与维修

瑞佩尔·陈喆 主编

陈喆 主编

图书在版编目(CIP)数据

图解新型电动汽车结构·原理与维修/瑞佩尔主编.

北京:化学工业出版社,2017.8

ISBN 978-7-122-29864-5

I. ①图… II. ①瑞… III. ①电动汽车-结构②电动汽车-车辆修理 IV. ①U469.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 128292 号

责任编辑:周红
责任校对:边涛

文字编辑:陈喆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市航远印刷有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张14½ 字数362千字 2017年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 69.00 元

版权所有 违者必究

前言 PREFACE



广义的电动汽车包括纯电动汽车（BEV）、混合动力汽车（PHEV）、燃料电池汽车（FCEV）。狭义的电动汽车是指以车载电源为动力，用电动机驱动车轮行驶，符合道路交通、安全法规各项要求的车辆。由于对环境影响相比传统汽车较小，其前景被广泛看好。它靠存储在电池中的电来发动。在驱动汽车时有时使用 12 或 24 块电池，有时则需要更多。

电动汽车的组成包括电力驱动及控制系统、驱动力传动等机械系统、完成既定任务的工作装置等。电力驱动及控制系统是电动汽车的核心，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驱动电动机、电源和电动机的调速控制装置等组成。电动汽车的其他装置基本与内燃机汽车相同。

插电式混合动力汽车（Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV）是新型的混合动力电动汽车。区别于传统汽油动力与电驱动结合的混合动力，插电式混合动力汽车的驱动原理、驱动单元与电动车相同，唯一不同的是车上装备有一台发动机。

插电式混合动力汽车与普通混合动力汽车的区别是，普通混合动力汽车的电池容量很小，仅在启/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；插电式混合动力汽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。

据相关数据统计，我国 2015 年累计生产新能源汽车 37.89 万辆，同比增长 4 倍。其中，纯电动乘用车生产 14.28 万辆，同比增长 3 倍；插电式混合动力乘用车生产 6.36 万辆，同比增长 3 倍；纯电动商用车生产 14.79 万辆，同比增长 8 倍；插电式混合动力商用车生产 2.46 万辆，同比增长 79%。2009~2015 年我国累计生产新能源汽车 49.7 万辆，在全球新能源汽车销量中占比超过 30%。

在全球销量前 20 名中，除比亚迪外，还有 8 个我国车企上榜，分别为北汽、江淮、上汽荣威、众泰、康迪、江铃、奇瑞和吉利。

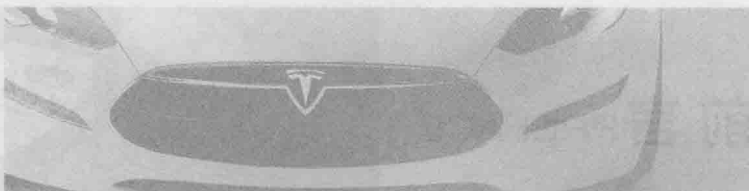
由此看来，我国电动汽车的春天已经来了！介于目前介绍电动汽车构造、原理与维修的书籍很少，为了更好地迎合市场的需求与时代的需要，我们编写了这本《图解新型电动汽车结构·原理与维修》。该书既可供高等院校电动汽车专业作为教材使用，也可供电动汽车从业技术人员及售后服务人员作为自学读本参考学习。

本书以市面主流插电式混合动力车辆（比亚迪秦、唐）及纯电动车辆（比亚迪 E6、特斯拉 MODEL S、宝马 i3、荣威 E50、众泰 100S、知豆、雪佛兰赛欧 EV）为例，依次讲述了电动汽车的定义与分类，电动汽车使用与维修规范，电动汽车电源系统、动力系统、冷却系统、高压系统、低压系统、空调系统的构造与原理、检测及故障诊断，并在本书的最后，用附录介绍了电动汽车常见英文缩写的释义。

本书由瑞佩尔主编，朱其谦、杨刚伟、吴龙、张祖良、汤耀宗、赵炎、陈金国、刘艳春、徐红玮、张志华、冯宇、赵太贵、宋兆杰、陈学清、邱晓龙、朱如盛、周金洪、刘滨、陈棋、孙丽佳、周方、彭斌、王坤、章军旗、满亚林、彭启凤、李丽娟、徐银泉参与编写。在编写过程中，参考了国内外相关文献资料，在此，一并表示由衷的感谢！

由于水平所限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

目录 CONTENTS



第 1 章 电动汽车概述	1
1.1 电动汽车定义与分类	1
1.1.1 纯电动汽车	1
1.1.2 混合动力电动汽车	1
1.1.3 燃料电池电动汽车	2
1.2 电动汽车基本结构	2
1.2.1 电源	2
1.2.2 驱动电动机	3
1.2.3 电动机调速控制装置	4
1.2.4 传动装置	4
1.2.5 行驶装置	4
1.2.6 转向装置	4
1.2.7 制动装置	5
1.3 电动汽车运行原理	5
第 2 章 电动汽车使用与维修规范	8
2.1 电动汽车使用安全	8
2.1.1 高压系统作业说明	8
2.1.2 高压电池的使用	8
2.1.3 充电作业要求	9
2.1.4 车辆发生事故后安全事项	10
2.2 电动汽车维修安全事项	10
2.2.1 电动汽车维修安全守则	10
2.2.2 无压状态下切换高压系统	11
2.2.3 电动汽车维修注意事项	12
第 3 章 电动汽车电源系统	13
3.1 动力电池	13
3.1.1 动力电池结构与特性	13
3.1.2 动力电池维护与保养	28
3.1.3 特斯拉 MODEL S 动力电池拆装	33
3.1.4 特斯拉 MODEL S 电气绝缘步骤	35
3.1.5 动力电池故障检测及处理	36
3.2 电池管理系统	43
3.2.1 系统功能与原理	43
3.2.2 系统端子检测	51

3.2.3 系统故障排除	57
3.3 电池充电系统	59
3.3.1 系统组成及原理	59
3.3.2 部件检修	72
3.3.3 故障诊断	86

第4章 电动汽车动力系统 89

4.1 电动机与转换器	89
4.1.1 比亚迪唐驱动电动机	89
4.1.2 众泰 100S 直流电变换器	92
4.1.3 特斯拉 MODEL S 直流-直流换流器拆装	92
4.1.4 宝马 i3 增程设备电机	94
4.2 驱动电机控制	95
4.2.1 比亚迪秦驱动电机控制	95
4.2.2 比亚迪 E6 先行者动力系统	100
4.2.3 比亚迪唐电动驱动系统	106
4.2.4 众泰 100 动力系统	123
4.2.5 荣威 E50 驱动电机控制	128
4.2.6 宝马 i3 电机电子同控系统	130
4.2.7 驱动电机控制器故障维修	141

第5章 电动汽车冷却系统 146

5.1 冷却系统结构	146
5.1.1 荣威 E50 高压电池与驱动电机冷却	146
5.1.2 雪佛兰赛欧 EV 混合动力冷却系统	150
5.2 冷却系统检修	153
5.2.1 驱动电机冷却系统冷却液的排空与加注	153
5.2.2 动力电池冷却系统冷却液的排空与加注	153
5.3 冷却系统故障诊断	154
5.3.1 赛欧 EV 电子装置冷却系统诊断	154
5.3.2 赛欧 EV 冷却系统泄漏测试	155
5.3.3 赛欧 EV 蓄电池组冷却液加热器故障	156
5.3.4 赛欧 EV 蓄电池组冷却液泵故障	156
5.3.5 赛欧 EV 电子装置冷却液泵故障	159

第6章 电动汽车高压系统 162

6.1 系统结构与原理	162
6.1.1 荣威 E50 高压配电单元	162
6.1.2 宝马 i3 高压系统	163
6.1.3 比亚迪秦高压配电箱	167
6.1.4 比亚迪唐高压配电箱	168
6.2 高压系统维修	171
6.2.1 比亚迪唐高压配电系统维修	171

6.2.2	雪佛兰 VOLT 高压解除	173
6.2.3	雪佛兰 VOLT 高压启用	183

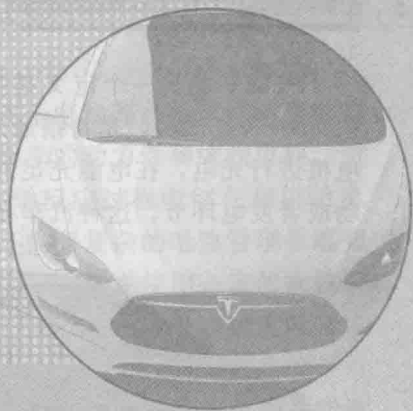
第7章 电动汽车低压系统 184

7.1	系统结构与原理	184
7.1.1	荣威 E50 低电压系统	184
7.1.2	雪佛兰 VOLT 电源模式	186
7.1.3	雪佛兰 VOLT 保持型附件电源	188
7.1.4	雪佛兰 VOLT 附件直流电源控制模块	189
7.2	低压系统电池	190
7.2.1	比亚迪秦铁电池	190
7.2.2	比亚迪唐低压铁电池	190
7.2.3	赛欧 EV 12V 蓄电池的放电与充电	194
7.3	低压电器系统检修	195
7.3.1	比亚迪唐自动大灯高度传感器初始化	195
7.3.2	雪佛兰 VOLT 车窗电机编程	196
7.3.3	比亚迪 E6 先行者 CAN-BUS 故障检修	197

第8章 电动汽车空调系统 199

8.1	空调系统构造	199
8.1.1	荣威 E50 暖风与空调系统	199
8.1.2	宝马冷暖空调系统	203
8.1.3	赛欧 EV 暖风与空调系统	208
8.2	空调控制原理	209
8.2.1	温度和分配控制	209
8.2.2	制冷系统原理	209
8.2.3	空调运行控制	211
8.2.4	冷热空调电路原理	212
8.3	系统功能检测	213
8.3.1	赛欧 EV 空调 (A/C) 系统性能测试	213
8.3.2	比亚迪唐汽车空调控制系统部件检测	213
8.4	系统故障诊断	216
8.4.1	空调维修基本方法	216
8.4.2	赛欧 EV 暖风与空调诊断	217
8.4.3	空调系统故障分析与排除	220

附录 电动汽车常用英文缩写释义 224



第1章

电动汽车概述

1.1 电动汽车定义与分类

全部或部分由电动机驱动并配置大容量电能储存装置的汽车统称为电动汽车 (EV, Electric Vehicle), 包括纯电动汽车 (BEV, Battery Electric Vehicle)、混合动力电动汽车 (HEV, Hybrid Electric Vehicle) 和燃料电池电动汽车 (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle) 三种类型。

1.1.1 纯电动汽车

纯电动汽车是完全由可充电电池 (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。典型车如图 1-1 所示的特斯拉 MODEL S 电动汽车。

纯电动汽车的优点如下。

- 无污染、噪声小。
- 结构简单, 使用维修方便。
- 能量转换效率高, 同时可回收制动、下坡时的能量, 提高能量的利用效率。
- 可在夜间利用电网的廉价“谷电”进行充电, 起到平抑电网的峰谷差的作用。



图 1-1 特斯拉 MODEL S 电动轿跑车

1.1.2 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联合驱动的汽车, 按动力耦合方式的不同可以分为串联式混合动力汽车、并联式混合动力汽车和混联式混合动力汽车。

——串联式混合动力汽车 (SHEV): 车辆的驱动力只来源于电动机的混合动力 (电动) 汽车。其结构特点是发动机带动发电机发电, 电能通过电机控制器输送给电动机, 由电动机驱动汽车行驶。另外, 其动力电池也可以单独向电动机提供电能驱动汽车行驶。

——并联式混合动力汽车 (PHEV): 车辆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。其结构特点是驱动系统可以单独使用发动机或电动机作为动力源, 也可以同时使用电动机和发动机作为动力源驱动汽车行驶。

PHEV 的另一个定义是指新能源汽车中的插入式混合动力电动汽车 (Plug-in Hybrid Electric Vehicle), 是特指通过插电进行充电的混合动力汽车。这种汽车一般需要专用的充电桩进行充电, 在电能充足的时候, 采用电动机驱动车辆; 电能不足时, 发动机会参与到驱动或者发电环节。这种汽车在市场上比较典型的是如图 1-2 所示的比亚迪秦。



图 1-2 比亚迪秦 PHEV

混联式混合动力汽车 (CHEV): 同时具有串联式、并联式驱动方式的混合动力 (电动) 汽车。其结构特点是可以在串联混合模式下工作, 也可以在并联混合模式下工作, 同时兼顾了串联式和并联式的特点。

混合动力电动汽车的主要特点如下。

- 采用小排量的发动机, 降低了燃油消耗。
- 可以使发动机经常工作在高效低排放区, 提高了能量转换效率, 减少了排放。
- 将制动、下坡时的能量回收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。
- 电动机和内燃机联合驱动提高了车辆动力性, 增强了驾驶乐趣。
- 利用现有的加油设施, 具有与传统燃油汽车相同的续驶里程。

1.1.3 燃料电池电动汽车

燃料电池电动汽车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, 并作为主要动力源驱动的汽车。

燃料电池电动汽车, 其主要特点如下。

- 能量转化效率高。燃料电池的能量转换效率可达 60%~80%, 为内燃机的 2~3 倍。
- 零排放, 不污染环境。燃料电池的燃料是氢和氧, 生成物是清洁的水。
- 氢燃料来源广泛, 可以从可再生能源获得, 不依赖石油燃料。

1.2 电动汽车基本结构

电动汽车的组成包括电力驱动及控制系统、驱动力传动等机械系统、与传统汽车类似的车身电器装置等。电力驱动及控制系统是电动汽车的核心, 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驱动电动机、电源和电动机的调速控制装置等组成。电动汽车的其他装置基本与内燃机汽车相同。

1.2.1 电源

在目前的电动汽车上, 车载动力源一般都是各式各样的蓄电池, 利用周期性的充电来补充电能。动力电池组是电动汽车的关键装备, 它储存的电能、质量和体积, 对电动汽车的性能起到决定性的影响。目前, 电动汽车用电池已经经过了三代的发展。

第一代电动汽车用电池都是铅酸电池, 由于铅酸电池的比能量和比功率不能满足电动汽车动力性能的要求, 所以就进一步发展了阀控铅酸电池、铅布电池等, 使得铅酸电池的比能

量有所提高,仍能够满足作为电动汽车的电源使用要求。

第二代的高能电池有镍镉电池、镍氢电池、钠硫电池、锂离子电池等。第二代动力电池的比功率和比能量都要比铅酸电池高出很多,大大提高了电动汽车的动力性和续驶里程。但是第二代动力电池现在依然是在“电能—化学能—电能”的化学反应过程中储存和供给电能,有一些特殊使用条件和一定的局限性,其中有些高能电池还需要复杂的电池管理系统和温度控制系统,各种电池对充电技术还有不同的要求。而且第二代电池在使用一定的次数后会出现老化甚至报废的情况,几乎或者完全丧失充放电能力,并且会造成污染。这无疑又增加了电动汽车的使用成本。

第三代电池是以燃料电池为主的电池,燃料电池直接将燃料的化学能转化成电能,能量转变的效率高,比能量和比功率高。并且燃料电池的能量转化过程可以连续进行,反应过程能够有效地控制,是比较理想的电动汽车用电池。但是燃料电池的燃料往往有毒、有害而且价格昂贵,需要对车辆进行额外的设计,增加了设计和制造成本。

除此以外,飞轮储能器、超级电容也是常见的电动汽车车载动力源。飞轮储能器是“电能—机械能—电能”转换装置,可以瞬间输出很高的功率。而超级电容则具备了“电能—电能—电能”转换的能力,而且其充放电时间相比传统电池来说有很大的缩短。

以上种种装置都有自己的优缺点,现代电动汽车普遍使用先进的高能电池作为其动力源。但是综合现有技术条件以及相关技术的成本,以高能锂电池为动力源的电动汽车仍为主流。

对动力电池组的管理包括对动力电池组的充电与放电时的电流、电压、放电深度,再生制动反馈的电流,电池的自放电率,电池温度等进行控制。因为个别的蓄电池性能变化后,影响到整个动力电池组的性能,所以用蓄电池管理系统对整个动力电池组和动力电池组中的每一个单体电池进行控制,保持各个电池间的一致性,还要建立动力电池组的维护系统,来保证电动汽车的正常运行。

由于充放电性能对电动汽车动力电池的性能表现有着重要的影响,因此电动汽车动力电池对充电时的电压和电流都有一定的要求。因此高效率的充电装置和快速充电装置也是电动汽车使用时必须的辅助设备。一般常见的充电装置有地面充电器、车载充电器、接触式充电器和感应式充电器等。

电池充电系统、管理系统、维修系统和再生制动能量的回收等,是一个全新的系统工程。因为它是保证电动汽车能够安全稳定工作的必要条件,所以其重要性不亚于电动汽车本身。因此需要建立充电站系统,使电动汽车的充电能够像内燃机汽车加油站那样方便、那样普及。与此同时,还应该建立蓄电池回收和报废工厂,使电动汽车废旧电池对环境的污染降到最低。

1.2.2 驱动电动机

驱动电动机是电动汽车的动力装置,这是电动汽车和传统汽车最根本的区别。现代电动汽车一般使用的是交流电动机、永磁电动机或者开关磁阻电动机。

由于电动汽车制动时使用再生制动的方式,因此一般可以回收10%~15%的能量。再生制动能量是电动汽车节能和延长续驶里程的重要措施之一。再生制动显然不可能在内燃机汽车上实现。在电动汽车的制动系统中,还保留着常规制动系统和ABS,以保证车辆在紧急制动时,有可靠的制动性能。

电动汽车的驱动系统由驱动电动机和驱动系统共同组成,随着电动汽车结构形式的不同,采用了不同的驱动系统。电动汽车的驱动系统有电动轮方案(轮边驱动系统)和差速半轴方案(集中驱动系统)两种。

电动轮方案是采用多电动机,将电动机装配于车轮上,或者和轮边减速器相配合。差速半轴方案采用单电动机系统,其动力布置方案 and 传统汽车相一致,即电动机输出扭矩,通过变速装置传输到差速器上,差速器再通过半轴传输到轮上。

电动轮技术可以减小电动机的直径,便于在电动汽车底盘下部布置,能够减轻电动汽车的簧载质量。轮毂电动机的出现改变了汽车的传动形式,每个车轮都是由独立的电动机来驱动,这与内燃机汽车有着截然不同的不同。

1.2.3 电动机调速控制装置

电动机调速控制装置是为电动汽车的变速和方向变换等设置的,其作用是控制节能环保电动机的电压或电流,以完成电动机的驱动转矩和旋转方向的控制。

早期的电动汽车上,直流电动机的调速采用串接电阻或改变电动机磁场线圈的匝数来实现。因其调速是有级的,且会产生附加的能量消耗或使电动机的结构复杂,现在已很少采用。目前电动汽车上应用较广泛的是晶闸管斩波调速技术,通过均匀地改变电动机的端电压,控制电动机的电流,来实现电动机的无级调速。在电子电力技术的不断发展中,晶闸管斩波调速装置也逐渐被其他电力晶体管(如GTO、MOSFET、BTR及IGBT等)斩波调速装置所取代。从技术的发展来看,伴随着新型驱动电动机的应用,电动汽车的调速控制转变为直流逆变技术的应用,将成为必然的趋势。

在驱动电动机的旋向变换控制中,直流电动机依靠接触器改变电枢或磁场的电流方向,实现电动机的旋向变换,这使得电路复杂、可靠性降低。当采用交流异步电动机驱动时,电动机转向的改变只需变换磁场三相电流的相序即可,可使控制电路简化。此外,采用交流电动机及其变频调速控制技术,使电动汽车的制动能量回收控制更加方便,使控制电路更加简单。

1.2.4 传动装置

电动汽车传动装置的作用是将电动机的驱动转矩传给汽车的驱动轴,当采用电动轮驱动时,传动装置的多数部件常常可以忽略。因为电动机可以带负载启动,所以电动汽车上无需传统内燃机汽车的离合器。因为驱动电动机的旋向可以通过电路控制实现变换,所以电动汽车无需内燃机汽车变速器中的倒挡。当采用电动机无级调速控制时,电动汽车可以忽略传统汽车的变速器。在采用电动轮驱动时,电动汽车也可以省略传统汽车传动系统的差速器。

1.2.5 行驶装置

行驶装置的作用是将电动机的驱动力矩通过车轮变成对地面的作用力,驱动车轮行走。它同其他汽车的行驶装置的构成是相同的,由车轮、轮胎和悬架等组成。

1.2.6 转向装置

转向装置是为实现汽车的转弯而设置的,由转向机、方向盘、转向机构和转向轮等组

成。作用在方向盘上的控制力，通过转向机和转向机构使转向轮偏转一定的角度，实现汽车的转向。多数电动汽车为前轮转向，工业中用的电动叉车常常采用后轮转向。电动汽车的转向装置有机械转向、液压转向和液压助力转向等类型。

1.2.7 制动装置

电动汽车的制动装置同其他汽车一样，是为汽车减速或停车而设置的，通常由制动器及其操纵装置组成。在电动汽车上，一般还有电磁制动装置，它可以利用驱动电动机的控制电路实现电动机的发电运行，使减速制动时的能量转换成对蓄电池充电的电流，从而得到再生利用。

1.3 电动汽车运行原理

下面通过与传统汽车的比较来说明电动汽车在结构及运作原理上的不同。

传统汽车底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四部分组成，其作用是支承、安装汽车发动机及其各部件、总成，形成汽车的整体造型，并接受发动机的动力，使汽车产生运动，保证正常行驶。电动汽车的底盘及车身电器部分基本是一样的，这部分的结构、原理及检修、故障排除均可以参照以往传统汽车的技术知识、维修实践进行。这也是本书内容只以高压系统及驱动电动机、动力电池为主要讲解内容的原因所在。

电动车的基本结构主要可分为三个子系统，即主能源系统（电动能源）、电力驱动系统、能量管理系统。其中电力驱动系统由电控系统、电动机、机械传动系统和驱动车轮等部分组成；主能源系统由主电源和电源管理系统构成；能量管理系统是实现电源利用控制、能量再生、协调控制等功能的关键部件。电力驱动及控制系统是电动汽车的核心，也是区别于内燃机汽车的最大不同点。

电动汽车的工作原理：蓄电池→电流→电力调节器→电动机→动力传动系统→驱动车轮行驶。

纯电动汽车，相对燃油汽车而言，主要差别（异）在于四大部件：驱动电动机、调速控制器、动力电池、车载充电器。如图 1-3 所示为特斯拉电动汽车 MODEL S 车型结构。

与内燃汽车相比，电动汽车的特点是结构灵活。内燃汽车的主要能源为汽油和柴油，而电动汽车是采用电力能源，由电动源和电动机驱动。传统内燃汽车的能量是通过刚性联轴器和转轴传递的，而电动车的能量是通过柔性的电线传输的。因此，电动汽车各部件的放置具有很大的灵活性。

电动汽车经过近 20 年的快速发展，在能源动力系统方面形成了极具特色的三大类动力系统结构技术特点。

纯电动汽车、油电混合动力汽车和燃料电池汽车是目前电动汽车领域的三大种类。油电混合动力汽车目前被国内外各大汽车企



图 1-3 电池安置于底盘中间（特斯拉 MODEL S）

业最早列入产业化计划，并联混合动力和混联混合动力是被电动轿车广泛采用的主流动力系统结构。近几年，随着储能电池技术水平的飞速发展，以车载动力蓄电池提供电能驱动的纯电动汽车得到快速发展，多个电机驱动的动力分散结构的纯电动动力系统受到国内外研究机构的广泛关注。以氢和氧通过电极反应转换成电能驱动的燃料电池电动汽车，采用电-电混合动力结构，能量转换效果比内燃机高 2~3 倍，是未来清洁能源汽车的重要发展方向之一。多能源并用的整车控制系统方案如图 1-4 所示。

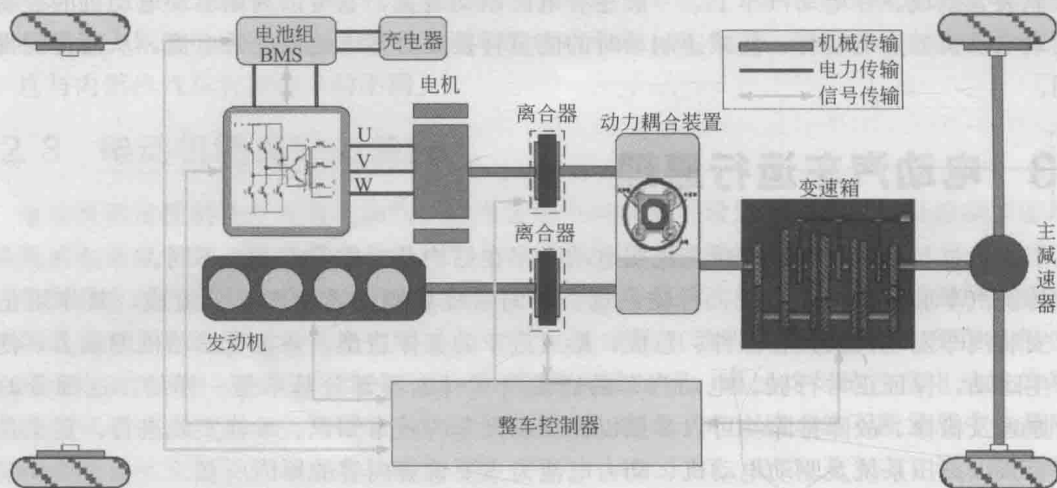


图 1-4 多能源动力整车控制模块

变速传动系统是电动车驱动子系统的一个重要部件，它指的是驱动电机转轴和车轮之间的机械连接部分。对于传统汽车来说，变速器是必要的部件，设计时主要考虑采用什么类型的变速器。但对于电动汽车则不同，由于驱动电动机的转矩和转速完全可以由电子控制器进行全范围的控制，因此变速系统的设计就可以有多种不同的选择，既可用传统的变速齿轮箱变速，还可以用电子驱动器控制电动机直接变速。究竟采用哪种方案，主要还应考虑电动汽车的能量和经济性，也涉及电机和控制器的设计。

为了提高电动汽车的传动效率，人们开发了电动汽车专用的电机和变速传动一体化的两速或三速自动传动桥。先进的两速电机/多速传动桥将变速齿轮组与高速异步电动机完全结合为一体，并且直接安装在电动汽车驱动轮的驱动轴上，构成重量轻、体积小、效率高、结构紧凑和成本低廉的传动系统。

由于电动汽车采用电力能源，因此电气化技术对汽车结构性能的创新提供了更多的可能性。底盘系统将逐步采用电动化执行部件，结构也会随之发生革新，并将推动汽车模块化、智能化的发展。

电动汽车采用安装在车轮内的电机直接驱动，可实现动力分散控制。与传统的内燃机汽车和单一电机中央驱动的电动车辆相比，四轮驱动方式实现了各车轮的独立分散驱动，各车轮均可实现制动能量回收，还可省去变速器、离合器、传动轴等复杂的机械传动装置，使传动效率提高。

无论是串联（燃料电池可视为特殊的串联结构）、并联、混联式的混合动力车，还是由电池提供能量的纯电动汽车，其动力装置的布置往往是在原发动机前舱布置的基础上进行的，并力求把相应的电气装置布置在前舱（如 DC/AC、DC/DC 等），所以对部件小型化提

出了更高的要求。此外，并联或混联式混合动力由于采用两个以上的动力装置，在布置上要求更为严格。

电动汽车的制动装置同其他汽车一样。电动汽车将惯性能量通过传动系统传递给电机，电机以发电方式工作，为动力电池充电，实现制动能量的再生利用。与此同时，产生的电机制动力矩又可通过传动系统对驱动轮施加制动，产生制动力。

传统的燃油汽车在制动时是将汽车的惯性能量通过制动器的摩擦转化成热能散发到周围环境中去的。

对于电动汽车而言，由于电机具有可逆性，即电动机在特定的条件下可以转变成发电机运行，因此可以在制动时采用回馈制动的办法，使电机运动在发电状态，通过设计好的电力装置将制动产生的回馈电流充入储能装置中，这样就可以回收一部分可观的惯性能量，提高电动汽车的续驶里程。电动汽车的制动能量回收系统原理如图 1-5 所示。

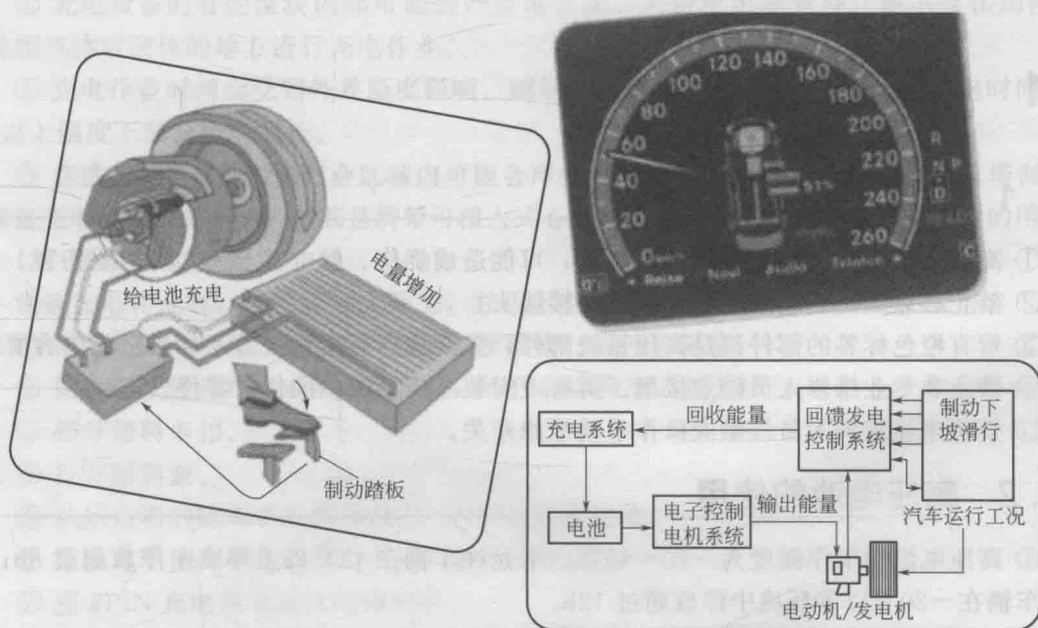
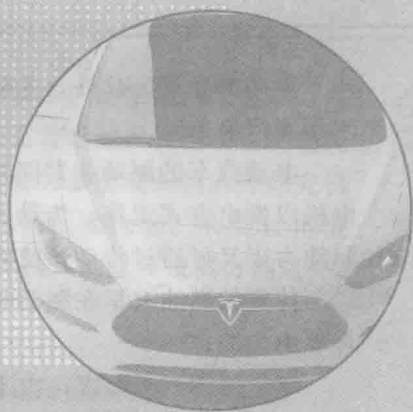


图 1-5 电动汽车制动能量回馈发电系统



第2章

电动汽车使用与维修规范

2.1 电动汽车使用安全

2.1.1 高压系统作业说明

- ① 高压系统有交流和直流两种高压电，可能造成烧伤、触电甚至死亡等严重伤害。
- ② 禁止触碰高压线缆（橙色）及其连接接头。
- ③ 带有橙色标签的部件都是高压系统部件，务必遵守高压系统警示标签上的内容要求。
- ④ 禁止非专业维修人员随意接触、拆解或安装高压系统中的任何零件。
- ⑤ 禁止未经培训人员接触或操作手动维修开关。

2.1.2 高压电池的使用

① 高压电池包工作温度为 $-20\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。不允许车辆在 45°C 以上环境中停放超过8h；不允许车辆在 -20°C 以下环境中停放超过12h。

② 车辆需要保持干燥，避免长时间在潮湿环境下停放。若车辆浸水或涉水（涉水深度超过120mm），则应置于干燥地方停放。

③ 尽量采用车载充电器对车辆进行充电，应避免高压电池组频繁使用快充。因为快充对高压电池包寿命影响较大，所以快充次数每周不应超过2次。

④ 每个月使用车辆1次并对车辆进行均衡充电，慢充8h。在明确长时间不使用（超过3个月）时，确保高压电池组电量在50%（仪表上高压电池组电量显示3格位置）左右进行存放；不允许车辆在高压电池组电量低（仪表上高压电池组电量显示1格位置）的情况下停放超过7天。

⑤ 电池管理系统会监控高压电池组状态。娱乐系统显示屏上会出现“请慢充充电至少8h以均衡保养高压电池组”的警告信息。此时，用户必须对其进行慢速充电作业。

⑥ 车辆在使用过程中出现意外碰撞和刮擦等情况时，均需及时检查高压电池包是否有变形、外壳裂纹等；如果车辆事故严重则应立即停驶，用拖车拖回专业检修中心检查。

⑦ 车辆出现严重事故后，车内人员需尽快离开车辆，并马上联系检修中心处置。

⑧ 当由于事故车身受损，需要修复或喷漆时，为避免高压电池包人为损坏或起火，必须联系检修中心，在卸除高压电池包之后进行相关作业。

2.1.3 充电作业要求

(1) 充电要求



- ① 在充电作业的操作过程中,不允许周围的人靠近操作员和车辆。
- ② 先将充电手柄与车身插座连接,再对充电装置进行操作。
- ③ 充电结束后,要先关闭充电装置,然后将充电手柄与车身分离,并将车身充电口盖盖好。
- ④ 当出现充电站故障时,立即通知相关专业人员进行解决,操作人员不可任意处理。
- ⑤ 如果在充电过程中出现下雨的情况,则应马上停止充电作业。这是针对充电站场所为露天的情况,如果在特定的房间里充电则不存在此问题。
- ⑥ 在充电过程中,不允许插入钥匙开关并进行启动等操作。

(2) 充电环境要求

- ① 充电设备的有些模块内部可能会产生电火花,为避免出现意外,请不要在加油站、有易燃气体或液体的地方进行充电作业。
- ② 充电作业时间会受到外界温度影响。例如,温度低于 0°C 时,所需要的充电时间比在 0°C 以上温度下的充电时间长。
- ③ 在进行充电作业时,作业区域内可能会产生电磁场干扰。禁止没有接收专业培训的人员靠近充电作业中的车辆,尤其是携带可植入式心脏起搏器、可植入式心血管除颤器的用户。



(3) 慢速充电作业

慢速充电作业时,请关闭点火开关,并拔出点火钥匙,遵照如下说明进行操作。

- ① 选择220V/16A、有可靠接地的三相插座,拔掉车钥匙。
- ② 用手轻按慢充小门右侧中间部位,小门轻微弹出,拉开小门。
- ③ 松开塑料卡扣。
- ④ 打开塑料盖。
- ⑤ 从后备箱的随车工具箱中取出3PIN交流充电线。
- ⑥ 将充电手柄与车身慢充口的充电插座相连接。
- ⑦ 将3PIN充电插头接入民用电网。
- ⑧ 在3PIN充电线连接后,仪表上红色充电连接指示灯会点亮。
- ⑨ 在充电过程中,仪表上黄色充电状态指示灯会闪烁,充满后会熄灭。
- ⑩ 充电完成后,先拔掉3PIN充电插头,再断开充电手柄与车身慢充口充电插座的连接。
- ⑪ 将车身慢充电口塑料盖和慢充口小门依次合上盖好。

(4) 充电桩充电作业

使用交流充电桩7PIN充电线时,请关闭点火开关,并拔出点火钥匙,遵照如下说明进行操作。

- ① 用手轻按慢充小门右侧中间部位,小门轻微弹出,拉开小门。
- ② 松开塑料卡扣。
- ③ 打开塑料盖。
- ④ 将7PIN充电线一端的充电手柄与车身慢充口的充电插座相连接。
- ⑤ 将7PIN充电线另一端充电手柄与慢速充电桩充电插座相连接。
- ⑥ 在7PIN充电线连接后,仪表上红色充电连接指示灯会点亮。
- ⑦ 在充电过程中,仪表上黄色充电状态指示灯会闪烁。

⑧ 充电完成后,先拔掉 7PIN 充电插头,再断开充电手柄与车身慢充口充电插座的连接。

⑨ 将车身慢充电口塑料盖和慢充口小门依次合上盖好。

(5) 快速充电作业

进行快充作业时,请关闭点火开关,并拔出点火钥匙,遵照如下说明进行操作。


① 从车内拉动位于仪表板总成处的快充电口开启拉手。

② 从车外打开快充口小门盖。


③ 松开塑料卡扣。

④ 打开塑料盖。

⑤ 将充电站充电手柄连接到快速充电口。

⑥ 组合仪表上的红色充电连接指示灯  点亮。

⑦ 打开充电桩电源,使车辆充电。

⑧ 在充电过程中,仪表上黄色充电状态指示灯  会闪烁。

⑨ 在充电过程中,组合仪表上的电池电量表条形格会相应点亮,实时显示电池电量。

⑩ 充电完成后,先关闭充电装置,再将充电手柄拔下,并将车身充电口塑料盖盖好。

⑪ 将车身快充口小门合上盖好。

说明:以上充电操作内容以荣威 E50 为例,其他电动汽车可以参考。

2.1.4 车辆发生事故后安全事项

① 将车辆处于 P 挡,关闭汽车,移出钥匙。

② 如果电线裸露或破损,则禁止触摸,以防触电,将车辆交给经过培训的人员处理。

③ 如果发生火灾,则应立刻离开车辆并用磷酸铵盐类灭火器灭火。

④ 发生碰撞时,不允许再次启动,施救时先将手动维修开关断开。

⑤ 车辆浸没在水中时,应关闭车辆并逃离。拖运前将手动维修开关断开。若无气泡或滋滋声,则可以进行打捞作业;若有气泡产生或滋滋声,则应等到无气泡或滋滋声后再进行作业。

⑥ 事故发生后,要求客户将车辆送至服务中心检修。

2.2 电动汽车维修安全事项

2.2.1 电动汽车维修安全守则

(1) 拖车注意事项

拖车要求:不允许使用前轮着地的牵引方式。

牵引前,做以下准备工作。

① 开启点火开关至位置 2,将换挡杆至于 N 挡。

② 松开电子驻车制动(如果电子驻车制动处于启用状态,则应先打开点火开关,松开电子驻车制动)。

③ 使用专用牵引车牵引车辆时,要确保从地上牵引到甲板的速度保持在 5km/h 以下。

牵引时禁止牵引速度超过 30km/h,禁止牵引距离超过 50km。

(2) 高压电系统安全防范

高压电系统安全防范的基本要求如下。