

DIANDONGQICHE WEIXIU
K U R U M E N Y U T I G A O

电动汽车维修 快速入门与提高

于海东 主 编
凌凯汽车技术编写组 组织编写

彩色版

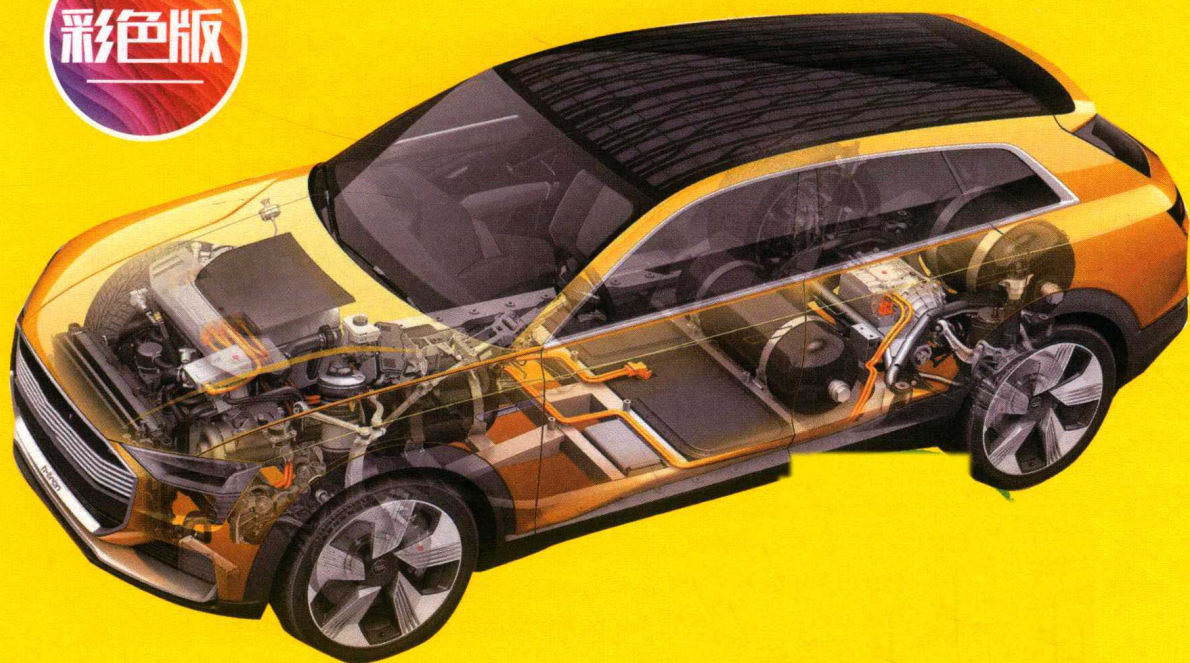


化学工业出版社

NGQICHE WEIXIU
RUMEN YU TIGAO

电动汽车维修 快速入门与提高

于海东 主 编
凌凯汽车技术编写组 组织编写



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电动汽车维修快速入门与提高 / 于海东主编; 凌凯汽车技术编写组组织编写. —北京: 化学工业出版社, 2018.10

ISBN 978-7-122-32811-3

I. ①电… II. ①于…②凌… III. ①电动汽车 - 车辆修理
IV. ①U469.720.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 182436 号

责任编辑: 周红
责任校对: 王鹏飞

文字编辑: 张燕文
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: 中煤(北京)印务有限公司
710mm×1000mm 1/16 印张15 字数285千字 2019年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888
网 址: <http://www.cip.com.cn>

售后服务: 010-64518899

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: 79.00元

版权所有 违者必究

前言 / PREFACE

国际新能源署(IEA)于2018年5月30日发布了《2018全球电动汽车展望》报告,对电动汽车行业的未来发展趋势做出了一些预测及设想。随着电池成本的下降,充电配套设施的完善,全球电动汽车市场不断突破历史,创造新高。我国电动汽车行业在国家新能源政策及市场的双重支持下,经过十余年的飞速发展,也形成了从上游原材料供应,到中游动力电池、整车控制器、整车设计制造,再到下游充电设施基础建设等一套完整的产业链。在这样的实力背景下,我国已经成为全球最大的电动汽车市场。

目前国内电动汽车市场呈现出一片繁荣的景象,北汽、比亚迪、吉利、长安、江淮等一批车企推出了各自的电动汽车。电动汽车作为未来发展趋势,尽管目前还有诸多不足,如续航里程短、充电时间长、充电站相对较少等问题,但作为汽车后市场的从业人员必须尽快了解、掌握电动汽车的基本构造与维修方法。

本书先以彩色高清大图形式详解目前主流电动汽车各系统基本组成及简单原理;再对各系统常见维修要点进行图解,图片重点展示维修、更换操作要点,此部分对相关图片进行合理处理,拆装更换要点更加突出,使读者能更清晰准确地定位目标;最后精选了各系统常见故障的诊断和排除方法。力争做到结构原理、拆装更换、故障排除有机结合,三位一体。

本书选择的车型均为目前各品牌常见新能源车型。高端车型方面有宝马530Le插电混动、宝马X1插电混动、宝马i8/i3纯电动;中端车型选择普锐斯混动、雅阁混动、凯美瑞混动等;常见国产车型选择北汽EV/EU系列、比亚迪e5/e6、吉利EV300(国赛车型)、知豆、奇瑞新能源、长安新能源等。最后的维修及常见故障诊断排除部分重点选取更为普遍、更容易接触到的常见国产新能源车型。这样将高中低档新能源车型结合在一起,高端车型可提高整书的观赏性,国产常见新能源汽车维修部分又可体现维修技术的可操作性。

为了更好地展示汽车基础知识,我们在微信公众账号上上传了汽车原理动画视频,读者在微信公众账号中搜索“凌凯汽车技术”并关注,在公众账号页面点击“汽车技术”,进入相应模块后,点击“相关视频”即可在线观看相关部分的动画视频。

本书可供汽车维修从业人员学习电动汽车结构及维修知识使用,也可作为各类汽车院校新能源专业教学参考,还适合对电动汽车感兴趣的汽车爱好者阅读。

本书由凌凯汽车技术组织编写,于海东主编。参加编写的还有邓家明、廖苏旦、罗文添、邓晓蓉、陈海波、刘青山、杨廷银、王世根、张捷辉、谭强、谭敦才、李杰、于梦莎、邓冬梅、廖锦胜、李颖欣、李娟、曾伟、黄峰、何伯中、李德峰、杨莉、李凡。

由于我们水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目录 / CONTENTS

第1章 电动汽车基础	1	2.3.1 电池控制器作用及原理	31
1.1 电动汽车分类及基本组成	2	2.3.2 常见车型动力电池控制器	33
1.1.1 电动汽车分类	2	2.4 动力电池的更换	38
1.1.2 电动汽车基本组成	3	2.4.1 比亚迪 e6 动力电池	38
1.2 电动汽车高压安全与防护	8	2.4.2 吉利帝豪 EV300 动力电池	45
1.2.1 高压电	8	2.4.3 北汽 EU260 快换动力电池	46
1.2.2 电动汽车中的高压标识	9	2.5 动力电池系统常见故障诊断与排除	51
1.2.3 电动汽车高压电断开方法	10	2.5.1 动力电池单体故障	51
1.3 电动汽车常用维修工具	14	2.5.2 动力电池短路故障	52
1.3.1 防护与绝缘工具	14	2.5.3 动力电池温度异常故障	53
1.3.2 绝缘工具的检查	15	2.5.4 动力电池绝缘、充电故障	55
第2章 电动汽车动力电池	21	第3章 高压配电系统	57
2.1 电动汽车动力电池及其分类	22	3.1 高压配电系统作用、组成及原理	58
2.1.1 电池	22	3.2 常见电动汽车高压配电系统	61
2.1.2 动力电池	23	3.2.1 吉利帝豪 EV300	61
2.1.3 动力电池分类	23	3.2.2 比亚迪 e6、e5	62
2.2 常见电动汽车动力电池	24	3.2.3 北汽新能源	64
2.2.1 丰田混合动力车型	24	3.2.4 荣威 E50	66
2.2.2 比亚迪 e6	25	3.2.5 知豆微行电动汽车	68
2.2.3 北汽 EV200	26	3.2.6 长安逸动 EV	69
2.2.4 荣威 E50	27	3.2.7 奇瑞 QQ EV	69
2.2.5 广汽新能源 AG	27	3.2.8 宝马新能源	70
2.2.6 特斯拉 S	28	3.3 高压配电系统的更换	71
2.2.7 宝马 i8/i3	28		
2.2.8 吉利帝豪 EV300	29		
2.2.9 知豆城市微行电动车	30		
2.3 动力电池控制器	31		

3.3.1	分线盒	71
3.3.2	驱动电机三相线	73
3.3.3	直流母线	74
3.3.4	比亚迪 e6 高压配电箱	75

3.4 高压配电系统常见故障诊断与排除 79

3.4.1	高压配电系统故障案例	79
3.4.2	高压配电系统常见故障	80

第4章 驱动系统 87

4.1 电动汽车驱动系统概述 88

4.1.1	混合动力汽车驱动系统	88
4.1.2	电动汽车驱动系统	90

4.2 常见电动汽车驱动电机 91

4.3 驱动电机控制器 98

4.3.1	电机控制器作用及组成	98
4.3.2	常见电动汽车电机控制器	99

4.4 电动车单速变速器(减速器) 108

4.5 驱动系统维修要点及常见故障诊断与排除 111

4.5.1	驱动系统维修要点	111
4.5.2	驱动系统常见故障诊断与排除	124

第5章 冷却系统 131

5.1 冷却系统概述 132

5.2 动力电池冷却系统 133

5.2.1	动力电池冷却系统的	
-------	-----------	--

作用	133
----	-----

5.2.2	动力电池冷却形式	133
-------	----------	-----

5.3 驱动电机、控制器冷却系统 141

5.3.1	电机冷却系统分类	142
5.3.2	常见车型电机冷却系统	142

5.4 冷却系统维修要点 152

5.4.1	比亚迪 e6 冷却系统冷却液的排放及加注	152
5.4.2	比亚迪 e6 驱动电机冷却水泵的更换	153
5.4.3	比亚迪 e6 驱动电机冷却液温度传感器的更换	154
5.4.4	吉利帝豪 EV300 高压组件冷却水泵的更换	155
5.4.5	吉利帝豪 EV300 散热器出水管的更换	156
5.4.6	吉利帝豪 EV300 散热器出水管的更换	157

5.5 冷却系统常见故障诊断与排除 158

5.5.1	冷却系统故障征兆表	158
5.5.2	冷却水泵故障	159
5.5.3	电机过温故障	160
5.5.4	MCU 控制器过温故障	161
5.5.5	故障案例	161

第6章 电动汽车充电系统 163




6.1 充电系统概述 164

6.2 常见车型充电系统 167

6.2.1	比亚迪 e6	167
6.2.2	吉利帝豪 EV300	171

6.3 充电系统维修要点 172

6.3.1	比亚迪 e6 充电接口	172
6.3.2	吉利帝豪 EV300 充电	

系统·····	174	7.3 电动汽车转向系统·····	201
6.4 充电系统故障诊断与排除·····	180	7.4 电动汽车制动系统·····	205
6.4.1 充电枪插入感应 (CC) 信号故障·····	180	 第 8 章 电动汽车综合故障诊断与排除·····	209
6.4.2 充电导通 (CP) 信号故障·····	181	8.1 供电系统·····	210
6.4.3 高压互锁故障·····	183	8.2 动力电池系统·····	212
6.4.4 高压系统漏电故障·····	183	8.3 MCU 系统·····	216
 第 7 章 电动汽车电气系统·····	187	8.4 驱动电机故障·····	221
7.1 电动汽车电路图识读·····	188	8.5 其他故障·····	227
7.1.1 电动汽车电路图识读一般方法·····	188	 附录 常见名词术语·····	231
7.1.2 吉利帝豪 EV300 电路图识读·····	191		
7.2 电动汽车空调系统·····	197		

第1章

电动汽车基础

Chapter 1

1.3 1.2 1.1

电动汽车常用维修工具

电动汽车高压安全与防护

电动汽车分类及基本组成



电动汽车分类及基本组成



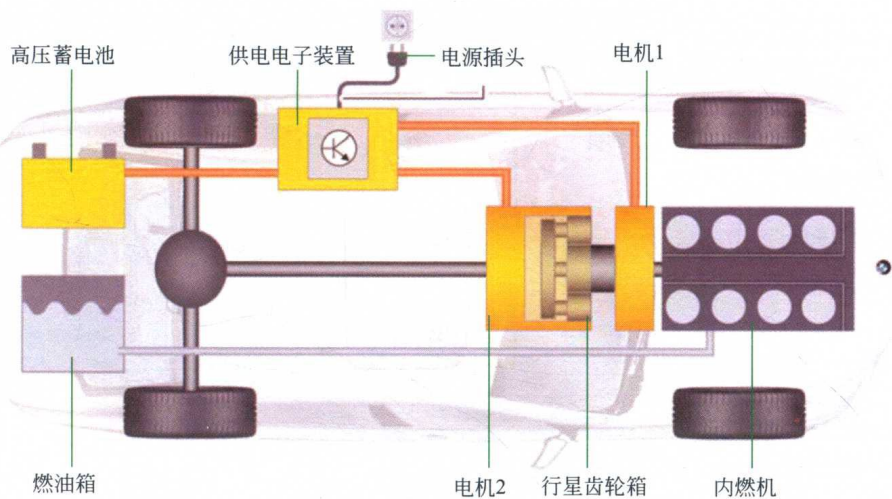
1.1.1 电动汽车分类

我国新能源汽车（New Energy Vehicles）正式出现是在工业和信息化部（工业产业〔2009〕第44号）2009年6月17日公告发布的《新能源汽车生产企业及产品准入管理规则》（2009年7月1日正式实施）上。在此规则中明确指出：“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（如高效储能器、二甲醚）汽车等各类别产品。”

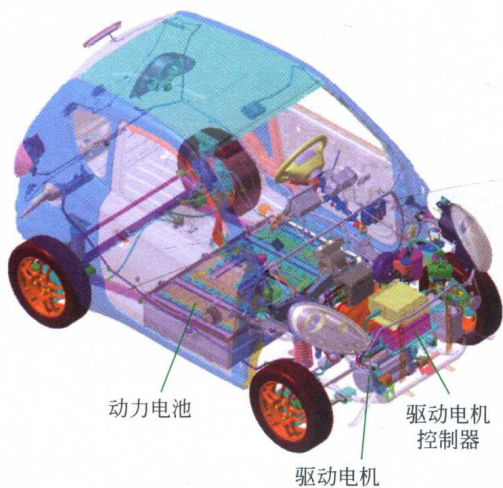
非常规的车用燃料指除汽油、柴油、天然气（NG）、液化石油气（LPG）、乙醇汽油（EG）、甲醇、二甲醚之外的燃料。

根据2012年发布的《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》主要政策，在2012年沿用新能源汽车名词，分类包括插电式混合动力汽车、纯电动汽车和燃料电池汽车，如图1-1-1所示。主要特征是采用新型动力系统，完全或主要依靠新型能源驱动。

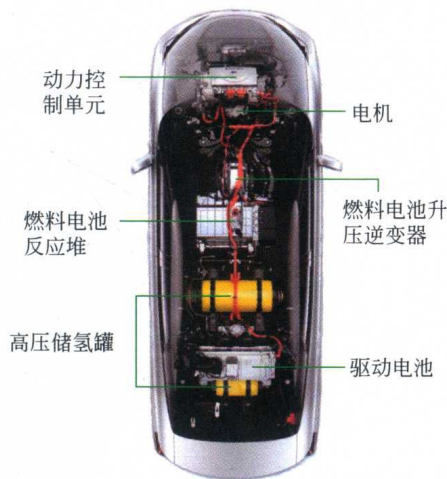
本书中电动汽车包含纯电动汽车和插电式混合动力汽车。



(a) 插电式混合动力汽车



(b) 纯电动汽车



(c) 燃料电池汽车

图 1-1-1 新能源汽车分类



1.1.2 电动汽车基本组成

目前大部分电动汽车是在传统汽车基础上进行延伸形成的，结构上与传统汽车最大的区别在于动力系统，增加了动力电池、驱动电机、电控系统等组件，如图 1-1-2 所示。随着电动汽车产业链的逐渐成熟，出现越来越多的针对电动汽车全新平台开发车型，如特斯拉、宝马 i3、日产聆风等。

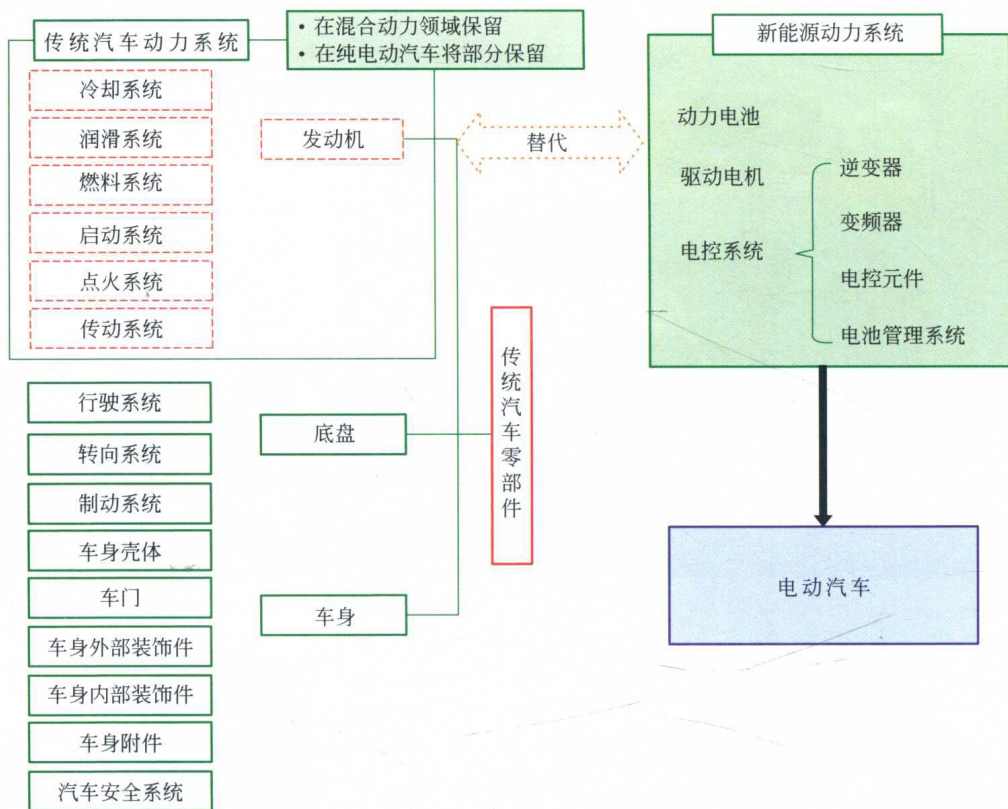


图 1-1-2 电动汽车与传动车的区别

1.1.2.1 电动汽车“大三电”

电动汽车“大三电”包括驱动电机、动力电池和电控系统。

(1) 驱动电机

驱动电机是电动汽车“大三电”核心部件之一，是车辆行驶的主要执行机构，其特性决定了车辆的主要性能指标，直接影响车辆动力性、经济性和舒适性。电动汽车电机一般采用三相交流同步电机。宝马 X1 PHEV 插电式混动车型驱动电机安装位置如图 1-1-3 所示。

(2) 动力电池

在电动汽车中为车辆提供动力源的电池称为动力电池。动力电池的作用是接收和储存由车载充电机、发电机、制动能量回收装置或外置充电装置提供的高压直流电，并且为电动汽车提供高压直流电。动力电池是纯电动汽车的核心部件，也是电动汽车上高价格的部件之一。动力电池的性能好坏直接决定了车辆的实际价值。目前电动汽车的动力电池普遍采用锂离子电池。宝马 X1 PHEV 插电式混动

车型采用锂离子动力电池，安装在车辆底部，如图 1-1-4 所示。动力电池由 154 节电压为 3.6V 的单体锂离子电池组成，动力电池组的额定电压为 277.2V。

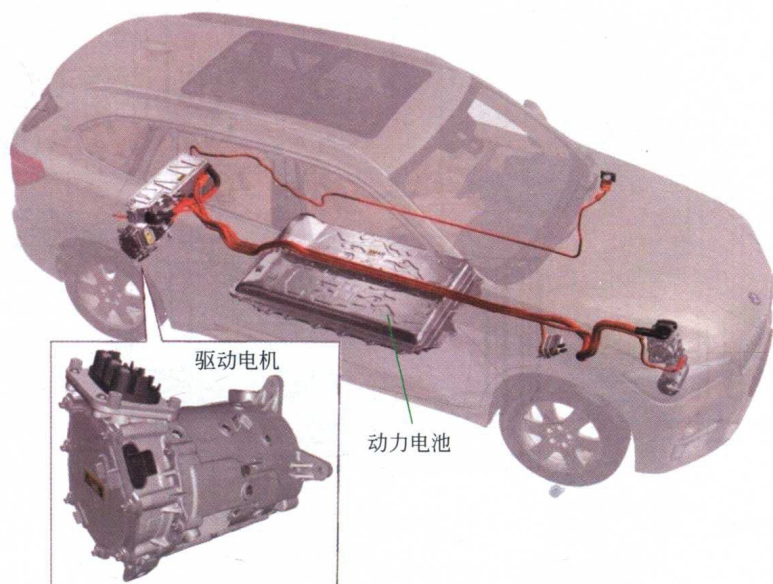


图 1-1-3 宝马 X1 PHEV 驱动电机安装位置

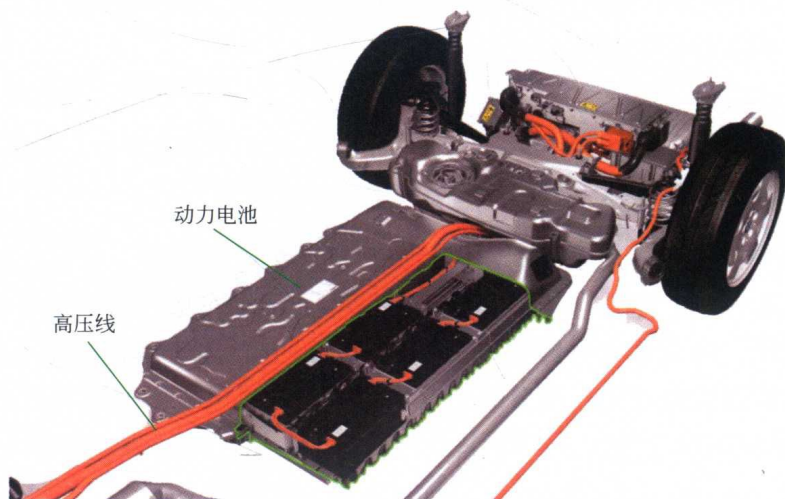


图 1-1-4 宝马 X1 PHEV 动力电池安装位置

(3) 电控系统

电控系统是新能源汽车的核心，负责在整车行驶过程中接收来自驾驶员的各项操作指令，诊断分析整车及部件状态，综合判断，向各个部件控制器发送控制指令，使整车按照驾驶员预期安全行驶。电控系统结构图如图 1-1-5 所示。

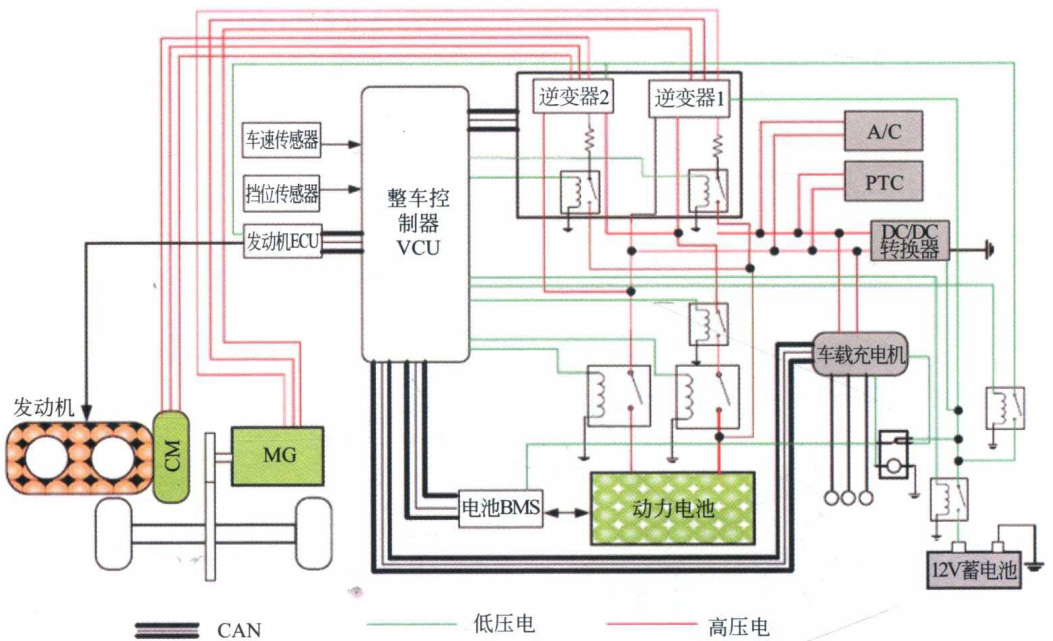


图 1-1-5 电控系统结构图

电控系统主要功能：工况识别，整车能量管理，制动能量回收控制，电机转矩控制，电动辅助部件控制（电动助力转向、电动空调、电动暖风、电动真空泵），故障诊断，系统安全监控等。

1.1.2.2 电动汽车其他系统构造

(1) 电动汽车变速器

电动汽车变速器一般采用固定齿轮齿数比的单速变速器，车辆的加减速通过调节驱动电机的转速实现。宝马 X1 PHEV 插电式混动车型后桥采用单速变速器与电机配合使用，变速器通过螺栓连接在电机上，并且附于后桥支撑上。12.5 : 1 的固定齿轮齿数比通过壳式离合器（电机离合器）将电机的速度和转矩传送至后驱动轮，在能量回收过程中，还会回传至电机。电动汽车单速变速器如图 1-1-6 所示。

(2) 电动空调系统

电动汽车空调系统和传统燃油汽车空调系统工作原理相同，只是空调压缩机的驱动方式以及暖风产生方式有所不同。电动汽车采用高压电动空调压缩机，由动力电池驱动。暖风通常采用电加热方式。电加热方式有两种：一种是通过加热冷却液，再经过循环为暖水箱提供热量；另一种是直接加热经过蒸发箱的空气以提供暖风。电动空调压缩机和 PTC（Positive Temperature Coefficient 的缩写，意思是正的温度系数，但在本书中表示空调的暖风制暖温控系统）加热器结构如图 1-1-7 所示。

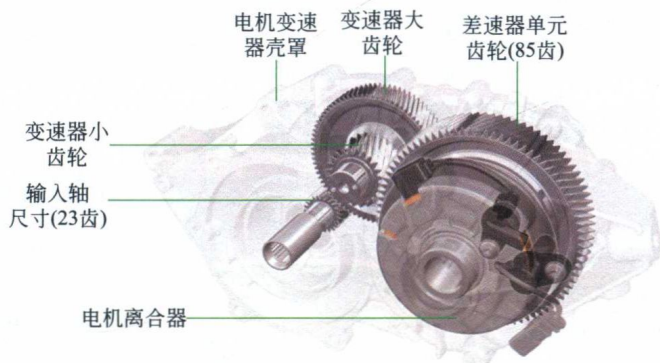


图 1-1-6 电动汽车单速变速器

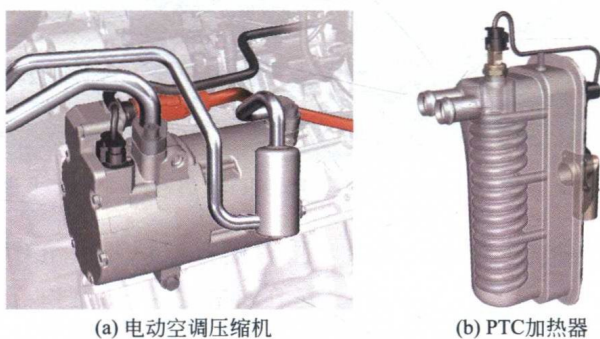


图 1-1-7 电动空调压缩机和 PTC 加热器

(3) 电动助力转向系统

传统燃油汽车转向助力泵由发动机驱动，而电动汽车没有发动机或发动机是根据需要才启动的，若转向助力还是由发动机驱动时，一旦发动机停止工作，转向系统就将失去助力，从而造成很大的安全隐患，因此电动汽车转向系统普遍采用电动助力转向。电动助力转向系统结构如图 1-1-8 所示。

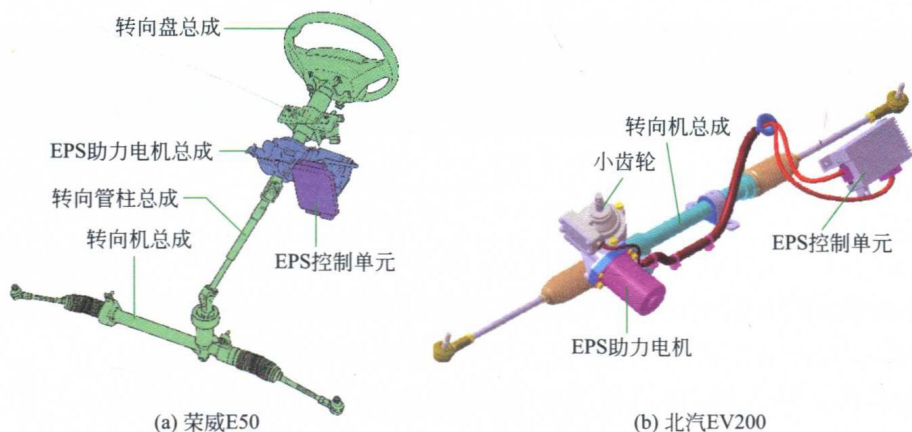


图 1-1-8 电动助力转向系统



电动汽车高压安全与防护



1.2.1 高压电

(1) 基本概念

依据国家标准《电动汽车安全要求第3部分：人员触电防护》（GB/T 18384.3—2015）中人员触电防护要求，根据对人体产生的伤害和危险程度不同，在电动汽车中，将电压按照类型和数值分为两个级别，见表 1-2-1。

表 1-2-1 电压级别

电压级别	工作电压 /V	
	DC（直流）	50 ~ 150Hz AC（交流）
A	$0 < U \leq 60$	$0 < U \leq 25$
B	$60 < U \leq 1000$	$25 < U \leq 660$

① A 级：较为安全的电压等级。直流电小于或等于 60V；交流电（50 ~ 150Hz）低于 25V。在此电压范围内的维护人员不需要采取特殊的放电保护。

② B 级：对人体会产生伤害，被认为是高电压。在该电压下必须采取必要的防护设备对维护人员进行保护。

(2) 特征

在电动汽车中，低压系统通常指的就是 12V 电源系统的电气线路，而高压系统主要指的是动力电池及相关线路。电动汽车的高压系统具有如下特点。

① 高压系统的电压一般设计都在 200V 以上。例如大多数的纯电动汽车或混合动力汽车的动力电池电压都在 280V 左右，如图 1-2-1 所示。

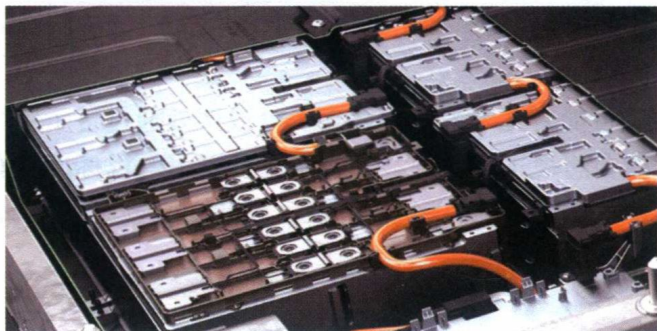


图 1-2-1 特斯拉 MODULE S 动力电池 (总电压 400V)

② 高压电存在的形式既有直流，也有交流。包括动力电池的直流电、充电时 220V 电网交流电，以及电机工作时的三相交流电。

③ 高压系统对绝缘的要求更高，大多数传统汽车上设计的绝缘材料，当电压超过 200V 时可能就变成了导体，因此在电动汽车上的绝缘材料需要具有更高的绝缘性能。

④ 电压为 12V 时，正、负极之间的距离很近才会有击穿空气的可能，但当电压升高到 200V 以上时，正、负极之间距离很大时就会击穿空气而导电。



1.2.2 电动汽车中的高压标识

为防止意外触及高压电，电动汽车对高压部件均采用特殊的标识或颜色，对维修人员或车主给予警示。电动汽车通常采用两种形式进行高压标识，包括高压警示标识和高压警示颜色。

(1) 高压警示标识

每辆电动汽车的高压组件壳体上都带有一个标识，售后服务人员或车主均可通过标识直观看出高压电可能带来的危险，所用警示牌基于国际标准危险电压警告标识。

如图 1-2-2 所示，高压警示标识采用黄色底色，或红色底色，图形上布置有高压触电国家标准符号。



图 1-2-2 高压警示标识

(2) 高压警示颜色

由于高压导线可能有几米长，因此在一处或两处通过警示牌标识意义不大。售后服务人员可能会忽视这些标牌。因此用橙色警示颜色标出所有高压导线，高压导线的某些插接器以及维修开关也采用橙色设计，如图 1-2-3 所示。

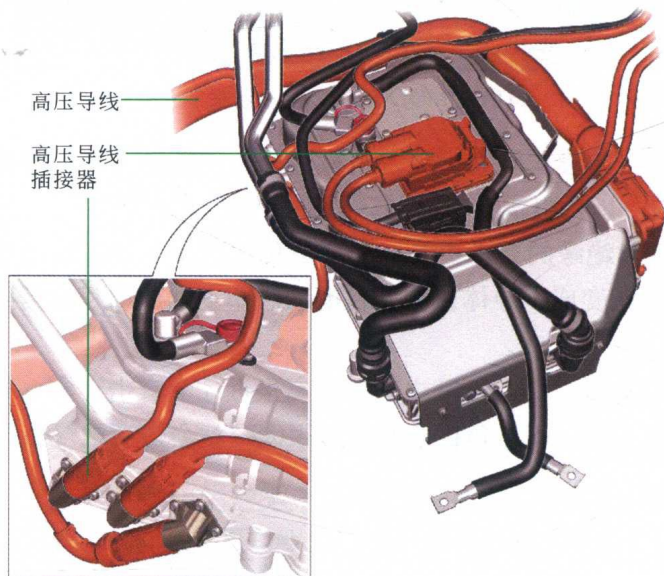


图 1-2-3 橙色高压导线和插接器



1.2.3 电动汽车高压电断开方法

电动汽车动力电池单元存在高压电，日常检修和维护时需要将高压电断开，因此电动汽车上设计了手动维修开关，手动维修开关连接动力电池内部中间位置，如图 1-2-4 所示。断开手动维修开关可断开动力电池内部串联结构，从而断开高压电输出。比亚迪 E5、E6 和吉利帝豪 EV300、荣威 E50 等车型手动维修开关装在动力电池总成中间表面位置，打开驾驶室内储物盒可操作维修开关。