



中等职业教育汽车类专业系列教材

# 新能源汽车 电气构造与维修

XINNENGYUAN QICHE DIANQI GOUZAO YU WEIXIU



主 编 / 胡振川 王 超 王 阳 马海波  
副主编 / 何方舟 赵章英 汪家坪 陈 芬



重庆大学出版社

中等职业教育汽车类专业系列教材

# 新能源汽车电气构造 与维修

主 编 胡振川 王 超 王 阳 马海波  
副主编 何方舟 赵章英 汪家坪 陈 芬  
参 编 杨利彬 朱 良 蔡运涛  
王 涛 李 沛 赵训菲

重庆大学出版社

中等职业教育汽车类专业系列教材

# 新能源汽车电气构造 与维修

主 编 胡振川 王 超 王 阳 马海波  
副主编 何方舟 赵章英 汪家坪 陈 芬  
参 编 杨利彬 朱 良 蔡运涛  
王 涛 李 沛 赵训菲

重庆大学出版社

### 图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车电气构造与维修 / 胡振川, 王超, 王阳, 马海波  
主编. --重庆: 重庆大学出版社, 2021.1  
中等职业教育汽车类专业系列材料  
ISBN 978-7-5689-1365-2

I. ①新… II. ①胡… ②王… ③王… ④马… III. ①新能源—汽车—电气设备—构造—中等专业学校—教材 ②新能源—汽车—电气设备—车辆修理—中等专业学校—教材  
IV. ①U469.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第202351号

### 新能源汽车电气构造与维修

主 编 胡振川 王 超 王 阳 马海波  
副主编 何方舟 赵章英 汪家坪 陈 芬  
责任编辑: 陈一柳 版式设计: 陈一柳  
责任校对: 邹 忌 责任印制: 赵 晟

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人: 饶帮华

社址: 重庆市沙坪坝区大学城西路21号

邮编: 401331

电话: (023) 88617190 88617185 (中小学)

传真: (023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: [fsk@cqup.com.cn](mailto:fsk@cqup.com.cn) (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

\*

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 5.5 字数: 135千

2021年1月第1版 2021年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5689-1365-2 定价: 19.00元

---

本书如有印刷、装订等质量问题, 本社负责调换

版权所有, 请勿擅自翻印和用本书  
制作各类出版物及配套用书, 违者必究

# 前言

绿水青山就是金山银山。现今，节能和环保备受关注，而生产和使用节能环保型汽车则成为解决这些问题的重要途径之一。目前，节能环保型汽车可分为两大类：一类是电动汽车，另一类为新燃料汽车。电动汽车又可以分为纯电动汽车（蓄电池电动汽车）、混合动力汽车和燃料电池汽车。在这三种电动汽车中，纯电动汽车由于其零排放、结构简单、能源来源便捷等优点，已经被越来越多的人接受。纯电动汽车配套设施如充电桩等也在紧锣密鼓的布局之中。为了适应纯电动汽车的快速发展，满足电动汽车越来越普及的社会需求，在充分总结前人成果的基础上，笔者结合目前纯电动汽车的发展前沿技术与中职学生的特点，编写了这本书。

本书共设4个教学项目13个学习任务，以图文结合的方式，详细介绍了新能源汽车的基础知识、基础电路元件检修、低压电路基本故障诊断与排除、高压电路基本故障诊断与排除等内容。

鉴于中职学生的文化课基础较为薄弱，本书的内容浅显易懂，并偏重于实际操作，对于一些不必要掌握的理论知识则尽可能减省。

本书由胡振川、王超、王阳、马海波担任主编，何方舟、赵章英、汪家坪、陈芬担任副主编，参编人员有杨利彬、朱良、蔡运涛、王涛、李沛、赵训菲。其中，项目一由胡振川、王超、王阳编写，项目二为马海波、何方舟、赵章英编写，项目三由汪家坪、陈芬、杨利彬、朱良编写，项目四由蔡运涛、王涛、李沛、赵训菲编写。

由于作者的水平有限，且纯电动汽车科学技术发展速度快，本书在编排上难免有不足之处，与当前技术结合可能不够紧密，还望读者批评指正。

编 者

2020年4月

# 目 录

## 项目一 新能源汽车基础知识/1

任务一 新能源汽车认知 / 2

任务二 安全用电与防护 / 5

## 项目二 新能源汽车基础电路元件 检修/11

任务一 电路保护装置 / 12

任务二 接触器 / 15

任务三 导线 / 17

任务四 开关 / 22

## 项目三 新能源汽车低压电路故障 诊断与排除/27

任务一 新能源汽车转向灯及危险警报灯电路故障排除 / 28

任务二 新能源汽车喇叭电路故障诊断与排除 / 34

任务三 新能源汽车制动灯电路故障诊断与排除 / 40

任务四 新能源汽车前照灯电路故障诊断与排除 / 44

## **项目四 新能源汽车高压电路故障 诊断与排除/53**

任务一 新能源汽车不能充电故障的诊断与排除 / 54

任务二 新能源汽车电池包的更换 / 61

任务三 新能源汽车电机不上电的故障诊断与排除 / 71

## **参考文献/79**

# 项目一 新能源汽车基础知识



# 任务一 新能源汽车认知

## 任务描述

通过本项任务的学习，让学生对新能源汽车有一个基本的了解，并为后续的学习打下基础。

## 任务目标

- 掌握新能源汽车的定义；
- 了解新能源汽车的分类；
- 了解我国新能源汽车的发展历程。

## 相关知识

### 一、新能源汽车的定义

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。

### 二、新能源汽车分类

新能源汽车包括纯电动汽车、混合动力汽车、燃料电池电动汽车、氢发动机汽车、其他新能源汽车等。

#### 1. 纯电动汽车（BEV）

纯电动汽车是一种采用单一蓄电池作为储能动力源的汽车，如图1-1所示。它利用蓄电池作为储能动力源，通过蓄电池向电动机提供电能，驱动电动机运转，从而推动汽车前进。



图1-1

## 2. 混合动力汽车 (HEV)

混合动力汽车是指驱动系统由两个或多个能同时运转的单个驱动系统联合组成的车辆，车辆的行驶功率依据实际的车辆行驶状态由单个驱动系统单独或多个驱动系统共同提供，如图1-2所示。因各个组成部件、布置方式和控制策略的不同，混合动力汽车有多种形式。

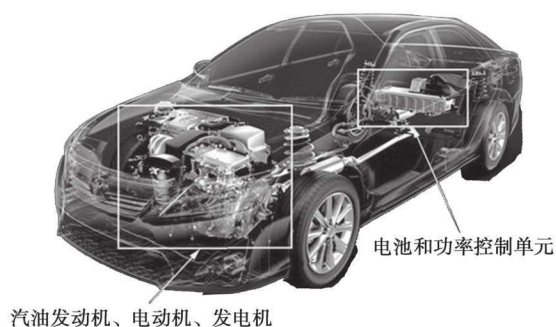


图1-2

## 3. 燃料电池汽车 (FCV)

燃料电池汽车是指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作为主要动力源驱动的汽车，如图1-3所示。燃料电池汽车实质上是纯电动汽车的一种，主要区别在于动力电池的工作原理不同。一般来说，燃料电池是通过电化学反应将化学能转化为电能，其中电化学反应所需的还原剂一般采用氢气，氧化剂则采用氧气，因此最早开发的燃料电池电动汽车多是直接采用氢燃料。氢气的储存可采用液化氢、压缩氢气或金属氢化物储氢等形式。

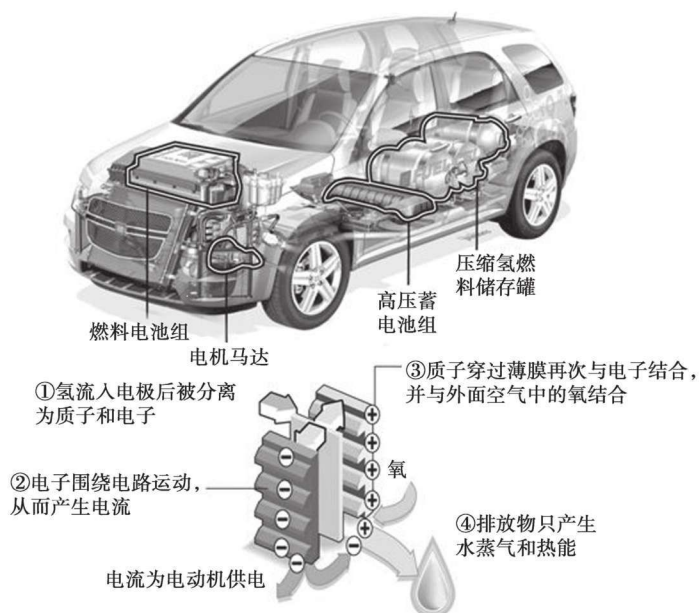


图1-3



图1-4

#### 4. 氢发动机汽车

氢发动机汽车是以氢发动机为动力源的汽车，如图1-4所示。一般汽车的发动机使用的燃料是柴油或汽油，氢发动机汽车的发动机使用的燃料是气体氢。氢发动机汽车是一种真正实现零排放的交通工具，它排放出的是纯净水，具有无污染、零排放、储量丰富等优势。

#### 5. 其他新能源汽车

其他新能源汽车包括使用超级电容器、飞轮等高效储能器的汽车。目前我国，新能源汽车主要是指纯电动汽车、增程式电动汽车、插电式混合动力汽车和燃料电池电动汽车等，其他的常规混合动力汽车被划分为节能汽车。

### 三、我国新能源汽车发展史

20世纪50年代，我国就开始尝试研发电动汽车。

1988年，我国生产出电动汽车并参加了国际汽车展。

1996年，广东汕头南澳岛建立了国家电动汽车试验示范区。

2000年，电动汽车被列为“863”计划12重大专项之一。

2009年，科技部和财政部共同启动了新能源汽车规模化推广计划。

2010年，国家正式出台《关于开展私人购买新能源汽车补贴试点的通知》，启动新能源汽车补贴。

2012年，国家印发了《节能与新能源汽车产业发展规划（2012—2020年）》，持续推动新能源汽车产业的发展。

2015年，交通运输部提出2020年新能源汽车总量将达到30万辆。

### 思考与练习

1. 目前新能源汽车有哪些类型？
2. 你知道目前市面上的新能源汽车有哪几款吗？
3. 谈谈你对新能源汽车未来发展的看法。

### 任务评价

知识点	学生评价30%	学生互评30%	教师评价40%	分值	总分
新能源汽车分类					
纯电动汽车特点					

## 任务二 安全用电与防护

### 任务描述

电动汽车上动力电池组的电压为直流300~400 V，按照安全卫生特别教育规程《电气操作作业特别教育》判断为需进行安全用电与防护的特别教育。因此，为了使以强电电池作为能源的电动汽车及混合动力汽车的作业者理解强电系统和电气灾害（因触电、短路引起的烧伤等）的危险性，防止灾害的发生，本任务将进行电动汽车的安全用电与防护的特别教育。

### 任务目标

- 了解防护用品的种类和急救措施；
- 掌握安全用电与防护的基本知识；
- 熟练运用防护工具进行防护。

### 相关知识

#### 一、安全用电（防护用品+急救措施）

##### 1. 防护用品

防护用品的穿戴要求见表1-1，正确防护示意图如图1-5所示。

表1-1 防护用品的穿戴要求

序号	安全设备适用范围	验电	强电部位、接头（S/D）的拆装作业	在强电部位附近或内部作业	强电电池、端子的拆装，以及单格电池电压测量	充电
1	绝缘橡胶手套（防止触电）	√	√	√	√	×
2	绝缘安全鞋（防止触电）	×	√	√	√	
3	绝缘橡胶垫（防止触电）	×	因条件受限无法准备绝缘安全靴的，可使用橡胶垫代替			
4	护目镜（短路时保护）	△在被施加高压的状态和高压线路上作业时穿戴			√	

注：√：务必穿戴；△：根据需要穿戴；×：不需要穿戴。

##### （1）橡胶手套

维修或检查电动汽车高压系统之前必须佩戴高压防护手套，如图1-6所示。橡胶手套在使用之前要按照安全检查流程检查手套是否符合使用要求。

在使用橡胶手套前要检查其外观是否完好无损，是否存在破损、漏气、沾水、破裂和针眼等现象，可采用肉眼观察或“吹气”等方式对手套进行检查确认其有无漏气。一旦存

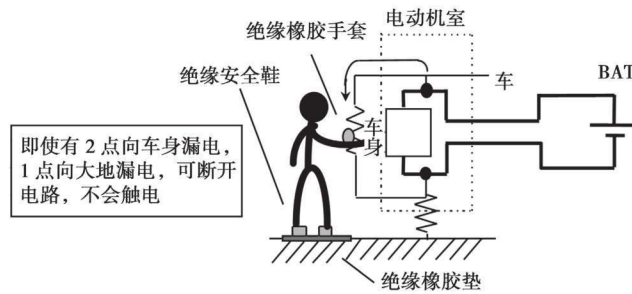


图1-5 正确防护

在上述任一情况，则应该立即更换手套，否则有可能出现触电或电击的现象。橡胶手套在使用前必须进行检查，长时间不使用时每年必须要进行至少两次法制规定的义务性实施项目，并将检查记录保存3年。



图1-6

### (2) 绝缘安全鞋和绝缘橡胶垫

绝缘安全鞋和绝缘橡胶垫的作用是防止触电，同时，为了预防触电，在维修电动汽车时也要选择干燥的环境进行。同样也可用肉眼观察的方式观察绝缘安全鞋的鞋底和绝缘橡胶垫有无开孔、破损，若有任何损坏迹象，则应立即更换。

### (3) 护目镜

当从动力电池组的输出电压达到60 V时，就需要佩戴护目镜，如图1-7所示。护目镜要选择塑料框架而非金属框架的，因为金属导电会威胁到维修工人的生命安全，同时护目镜的选择还要符合国标规定。



图1-7

## 2. 触电急救

由于触电事故具有多发性、突发性和偶然性，以及有明显的行业特征，所以掌握一定的触电急救方法是很有必要的。常见的急救方法有：

- ①就近关闭电源开关、拔出插销或瓷插保险。
- ②用带有绝缘柄的利器切断电源线。
- ③如果导线搭落在触电者的身上或被压在身下时，可用干燥的木棒、竹竿等挑开导线或用干燥的绝缘绳套拉导线或触电者，使之脱离电源。
- ④救护人可戴上手套或在手上包缠干燥的衣服、围巾、帽子等绝缘物品拖拽触电者，使之脱离电源。

⑤如果触电者由于痉挛手指紧握导线或导线缠绕在其身上时，救护人可先用干燥的木板塞进触电者身下使其与地绝缘来隔断电源，然后再采取其他办法把电源切断。

⑥如果触电者触及断落在地上的带电高压导线，且尚未确证线路无电之前，救护人不可进入断线落地点8~10 m的范围，以防发生跨步电压触电。进入该范围的救护人员应穿上绝缘靴或临时双脚并拢跳跃地接近触电者。触电者脱离带电导线后应迅速将其带至断线落点8~10 m外开始触电急救。

⑦必要时应进行人工呼吸急救，同时打120通知医务人员前来抢救。

## 二、触电原理

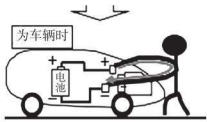
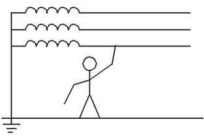
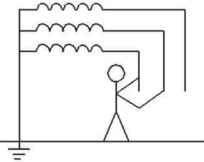

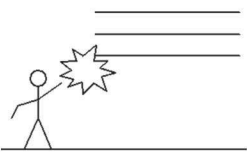
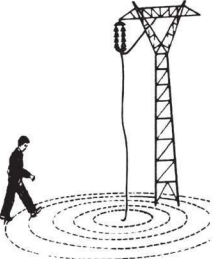
所谓触电是人体直接或间接接触到带电体，电流通过人体并对人体产生的生理和病理伤害，分电击与电伤两种，见表1-2。

表1-2 触电类型及表现

触电类型	定义	表现
电击	电流流过人体时反映在人体内部，造成器官的伤害，而在人体外表不一定留下电流痕迹	刺麻、酸疼、打击感并伴随肌肉收缩。严重心律不齐、晕迷、心跳停止等
电伤	电流流过人体时使人的皮肤受到灼伤、烤伤和金属化的伤害，严重的可致人死亡	电灼伤、电烙印、皮肤金属化等

触电方式一般有直接接触和间接接触两种，见表1-3。

表1-3 触电方式

触电方式	定义	类型	表现
直接接触 	触及正常状态下带电的带电体而导致的触电	单相触电：当人体直接接触带电设备的其中一线时，电流通过人体流入大地，这种触电现象称为单线触电	
		两相触电：人体同时接触带电设备或线路中的两相导体，电流从一相导体通过人体流入另一相导体，构成一个闭合电路	
间接接触 	触及正常状态下不带电、而在故障下意外带电的带电体而导致的触电，也称非正常状态下的触电现象	电弧伤害：高压电弧触电是指人靠近高压线（高压带电体），造成弧光放电而触电。高压输电线路的电压高达几万伏甚至几十万伏，即使不直接接触，也能使人致命	
		跨步电压触电：当电气设备发生接地故障，接地电流通过接地体向大地流散，在地面上形成电位分布时，若人在接地短路点周围行走，其两脚之间的电位差，就是跨步电压。由跨步电压引起的人体触电，称为跨步电压触电	

### 三、短路+电气火灾

#### (1) 短路

在电力系统中，短路是指电气没有按照规定的路径通过，导致此电路的电阻几乎为零，有大电流绕经易通过的近道而产生的事故现象。混合动力汽车、电动汽车都设有保险丝、继电器等安全装置，但仍可能出现在万用表的插销插入的状态下转动旋转开关，如果弄错量程的话万用表有时都会发生爆炸的情况。所以，完善安全作业手册、实施正确的作业管理尤为重要。

如图1-8 (a) 所示为正常电路，当在正负极间有电线或工具等相接触时，就会有大大电流流经该接触的部分，如图1-8 (b) 所示。此现象称为过电流，由此形成短路（短接），火花会因电流的大小迅猛地大范围飞散，所以有烧伤或火花溅入眼内导致失明等危险。

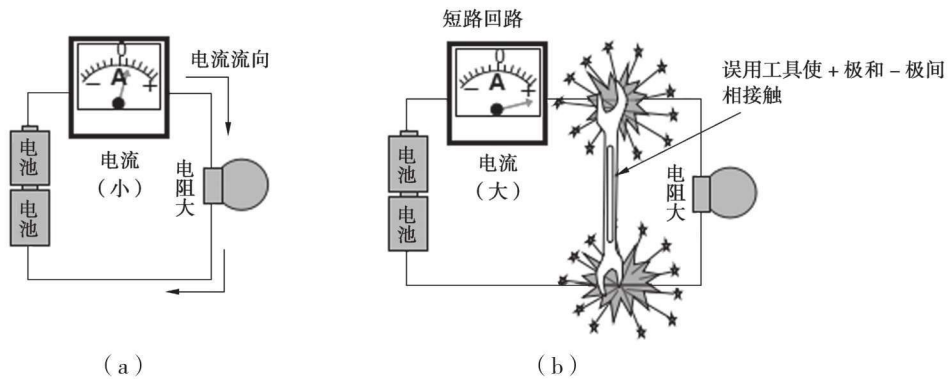


图1-8

#### (2) 电气火灾

混合动力汽车、电动汽车的接地被称为车身接地，是指在强电机壳体和车身之间设置接地线。其目的不仅是要防止触电灾害的发生，同时还可防止漏电火灾的发生和电气装置的烧损等。电气火灾是指由于电气线路、用电设备以及供电设备出现故障而释放的热能（如高温、电弧、电火花）以及非故障性释放的能量，在具备燃烧条件下引燃本体或其他可燃物而造成的火灾，也包括由雷电和静电引起的火灾。

### 四、漏电

电动汽车上的漏电是指因配线包覆层和电气装置损伤等导致绝缘效果失效时，该部位电源在接地线回路上出现的漏电现象。针对此现象，混合动力汽车、电动汽车设有各种安全装置，同时还应保证配线和各配电装置等应在正确的状态下使用，并做好检查维护工作。

### 五、电动汽车的充电安全

近年来，电动车以经济实用、绿色环保等优势，成为不少人代步和运输的工具，但它暴露出来的安全问题也不少。电动汽车的安全隐患不仅存在于电池本身，甚至每个充电环节都存在安全隐患，如果电动汽车的BMS（电池管理系统）、充电模块、充电桩、充电桩监控平台等任意一个环节发生故障，都可能会引发电动汽车充电安全问题。所以在电动车充电时应注意“四个不要”：

- ①不要长时间给电动车充电，电池老化要及时更换；
- ②不要私自改装电池、改动电气线路、拆除限速装置；
- ③不要贪图便宜购买劣质充电器，要选择正规厂家的充电器和充电设施；
- ④不要在不安全的地点充电。

此外，电动汽车在充电时还需要注意一些细节事项。由于电动汽车充电桩的充电温度要求在 $-20\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其放电温度要求在 $-20\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，因此在充电时，必须要检查冷却液，确认其液位是否正常。同时检查充电桩插座，以确保安全可靠。车辆必须停放在无易燃易爆物料的室内，换挡置于“P”挡，拉起手刹，点火开关打到“OFF”。如在低温情况下充电时，空调会给电池加热，这属于正常现象。

## 思考与练习

### 一、选择题

- 1.电压超过（ ）就要戴护目镜。  
A.80 V                      B. 60 V                      C.36 V                      D.380 V
- 2.防护用品不包括（ ）。  
A.护目镜                      B.绝缘手套                      C.头盔                      D.绝缘橡胶垫
- 3.触电的种类不包括（ ）。  
A.电磁感应触电                      B.静电感应触电  
C.电弧触电                      D.间接触电

### 二、判断题

- 1.通过塑料管的颜色可以识别高压电线，黄色代表42 V，橙色表示144~600 V或者更高电压。其中黄色表示没有危险。 ( )
- 2.在检查高压电线的时候不要戴高压防护手套。 ( )
- 3.当高压防护手套出现损坏后，还可以继续使用。 ( )
- 4.在维修电动汽车的时候除了要将所有的电源开关关闭以外，还要将车钥匙拿到离车十米以外的地方，以防误启动。 ( )

## 任务评价

知识点	学生评价 (30%)	学生互评 (30%)	教师评价 (40%)	得分	总分
触点急救方法 (50分)					
充电安全注意事项 (50分)					