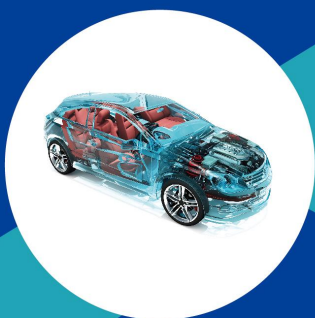


免费提供
精品教学资料包
服务热线: 400-615-1233
www.xinsijiaocai.com

混合动力汽车 构造与维修



策划编辑: 苏莉 闫洪一
责任编辑: 麻丽娟
封面设计: 黄燕美

ISBN 978-7-5661-5045-5



9 787566 150455 >

定价: 55.00元

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

混合动力汽车构造与维修

主编 李蓉 张银涛

高等职业教育汽车系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

混合动力汽车 构造与维修

主编 李蓉 张银涛
主审 张红卫



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

高等职业教育汽车系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

混合动力汽车 构造与维修

主 编 李 蓉 张银涛
副主编 高 欣 刘志君
参 编 孟庆新
主 审 张红卫



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书共有九个单元,分别为混合动力汽车的认知、混合动力汽车高压维修操作安全、混合动力汽车电子器件和功率变换器、充电系统结构及检修、动力蓄电池及管理系统、混合动力汽车动力系统、混合动力汽车辅助系统、混合动力汽车底盘系统、故障诊断与排除。本书内容全面、系统,注重理论与实践相结合。

本书既可作为高等职业院校新能源汽车及相关专业的教学用书,也可作为混合动力汽车领域相关行业从业者的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

混合动力汽车构造与维修 / 李蓉, 张银涛主编.
哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2025. 12. -- ISBN
978-7-5661-5045-5
I. U469.7
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20251GD143 号

混合动力汽车构造与维修

HUNHE DONGLI QICHE GOUZAO YU WEIXIU

选题策划 苏 莉 闫洪一
责任编辑 麻丽娟
封面设计 黄燕美

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
邮政编码 150001
电 话 0451-82519989
经 销 新华书店
印 刷 河北龙大印务有限公司
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 16
字 数 410 千字
版 次 2025 年 12 月第 1 版
印 次 2025 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5661-5045-5
定 价 55.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn



前 言



党的二十大报告指出,要“加快发展方式绿色转型”,“实施全面节约战略”。当今世界主要汽车生产国纷纷加快部署,将发展新能源汽车作为国家战略,这使得全球汽车产业迎来转型升级的重要战略机遇期。目前,国内汽车企业已将混合动力汽车作为未来主流竞争型产品,在战略上高度重视,如比亚迪等汽车企业已投入大量的资金开展混合动力汽车的研发。在此背景下,行业前端、后端市场对技能人才的需求量也在不断增大。

为此,我们成立了课程研发小组,对企业岗位的实际需求进行深入调研,并广泛参考、借鉴了国内外新能源汽车方面的研究成果,形成以工作过程为主线、以任务驱动教学为主要形式的专业课程开发思路,编写了本书。

本书始终坚持正确的政治方向,以国家和社会的需求为导向,以专业人才培养目标为依据,以所在专业能力结构为主线,采用学习任务导入模式,设定多来源于企业一线的情景,并结合教学一线的经验,可以协助教师提升教学效果。本书以目前市场主流混合动力汽车比亚迪的车型为参考,以混合动力汽车的主流技术及其检修方法为出发点,对混合动力汽车的维修知识进行了全方位的讲解。本书共有九个单元,每个单元均由若干个学习任务组成,每个学习任务设有知识目标、技能目标和素养目标,并以任务描述和知识准备展开介绍。编者深入混合动力汽车维修一线了解各系统的常见故障及维修思路,选取了混合动力汽车检修的典型工作任务,并从实际维修环节中总结了大量的故障维修技巧,旨在培养学生的故障诊断专业技能以及安全规范操作意识、服务意识和责任感,使学生树立精益求精的工作作风和严谨求实的劳动态度。

为了更好地实施信息化教学,本书在编写过程中融合了大量的图片,并设置了二维码,学生在扫描后便可观看、学习相关的内容,以拓宽知识面,提高学习效率。同时,本书参考全国职业院校技能大赛考题,增加了检修和排故案例,较好地实现了岗、课、赛、证、创一体化。本书也是编者主持的武汉市教学改革课题“基于工作过程的《混合动力汽车检修》课程改革研究”(编号 202345)阶段化成果之一。

本书由武汉软件工程职业学院的李蓉、张银涛担任主编,武汉软件工程职业学院的高欣、刘志君担任副主编,岚图汽车科技股份有限公司的孟庆新参与编写。其中,李蓉负责单元一至单元四及单元九的编写,高欣负责单元五的编写,张银涛负责单元六、单元七的编写,刘志君负责单元八的编写,孟庆新工程师提供了部分案例。全书由武汉软件工程职业学院的张红卫教授担任主审。武汉软件工程职业学院 2023 级汽修专业的周誉、刘和鑫同学参与了图片拍摄,在此表示感谢。

由于编者水平和经验有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者



目 录



单元一	混合动力汽车的认知	1
	学习任务一 混合动力汽车概述	2
	学习任务二 串联式混合动力汽车概述	6
	学习任务三 并联式混合动力汽车概述	10
	学习任务四 混联式混合动力汽车概述	14
单元二	混合动力汽车高压维修操作安全	21
	学习任务一 电气危害与触电急救	22
	学习任务二 混合动力汽车的高压保护措施	25
单元三	混合动力汽车电子器件和功率变换器	36
	学习任务一 电力电子器件	37
	学习任务二 DC-DC 变换器	40
	学习任务三 DC-AC 变换器	45
	学习任务四 AC-DC 变换器	48
单元四	充电系统结构及检修	54
	学习任务一 充电系统基础	55
	学习任务二 车载充电机	65
单元五	动力蓄电池及管理系统	74
	学习任务一 动力蓄电池概述	75
	学习任务二 动力蓄电池管理系统	83



单元六 混合动力汽车动力系统	101
学习任务一 混合动力汽车动力系统的电机	102
学习任务二 混合动力系统的结构原理	125
学习任务三 电机系统的旋转变压器	140
单元七 混合动力汽车辅助系统	153
学习任务一 空调系统	154
学习任务二 灯光系统	164
学习任务三 高压线束系统	175
学习任务四 影像系统	184
学习任务五 制动能量回收系统	190
单元八 混合动力汽车底盘系统	203
学习任务一 转向系统	204
学习任务二 制动系统	209
学习任务三 悬架系统	215
学习任务四 变速器	219
单元九 故障诊断与排除	227
学习任务一 挡位控制器故障及检修	228
学习任务二 智能钥匙控制器故障及检修	234
学习任务三 低压无法上电故障及检修	239
学习任务四 高压无法上电故障	242
参考文献	247
附录 职业院校技能大赛参考题目及工单	248



混合动力汽车的认知

- 学习任务一 混合动力汽车概述
- 学习任务二 串联式混合动力汽车概述
- 学习任务三 并联式混合动力汽车概述
- 学习任务四 混联式混合动力汽车概述

学习任务

混合动力汽车概述

知识目标

- ① 了解混合动力汽车的基本概念。
- ② 掌握混合动力汽车的工作原理和特征。

技能目标

- ① 能够判断混合动力汽车的车辆类型。
- ② 能够区分不同类型混合动力汽车的特点。

素养目标

- ① 通过小组合作、角色扮演来模拟职业场景,培养团队协作能力。
- ② 树立科技强国意识和民族工业自信。



视频
混合动力汽车
的认知

任务描述

比亚迪秦 2023 款车型搭载特定规格的发动机,其传动系统经过精心设计,对底盘与制动驱动方式进行了优化。在安全配置方面,该车型集成了多气囊系统、倒车雷达辅助,以及多项安全操控技术。此外,还配备了外部天窗、雨刷系统和油耗显示系统。客户对于这款混合动力汽车十分感兴趣。现在你作为 4S 店的一名销售顾问,需要为客户讲解混合动力汽车的基本情况,带领客户认识混合动力汽车,并回答客户可能会提出的关于能量转换、充电等方面的问题。



知识准备

一、混合动力汽车的基本概念

混合动力汽车 (hybrid electric vehicle, HEV) 是指同时配备电驱动系统和辅助动力单元 (auxiliary power unit, APU) 的汽车。其中,辅助动力单元是燃烧某种燃料的原动机或由原动机驱动的发电机组。



从广义上讲,采用两种或两种以上的储能设备、能源或能量转换器作为动力源,并且其中至少有一种能提供电能的车辆,称为混合动力汽车,如油电混合动力、气电混合动力、电电混合动力等车型。从狭义上讲,我们通常所说的混合动力汽车,指的是油电混合动力汽车,即拥有内燃机和电动机两种动力源的车辆。

虽然它们都是采用发动机和电动机驱动车辆行驶,但并非都是采用燃油和电能两种能量方式。采用油电、气电驱动方式的混合动力汽车,通常称为普通混合动力汽车;采用外接电源充电的混合动力汽车,通常称为插电式混合动力汽车。

二、混合动力汽车的优点与缺点

1. 混合动力汽车的优点

混合动力汽车由于配备了内燃机和电动机,所以可以在很大程度上做到扬长避短,兼顾两者的优点,同时规避和克服其缺点。与传统燃油汽车相比,混合动力汽车可以灵活地使用电动机带来的便利,使内燃机始终在高效的工况下工作,根据负荷的不同,调整动力输出模式;在行驶里程相同的条件下,减少燃油消耗和废气排放,提高燃油使用效率,使起步和加速阶段更加平顺。与纯电动汽车相比,混合动力汽车由于内燃机的存在,可以快速地添加柴油或汽油,弥补了续航里程过短的缺点。总体来说,混合动力汽车具有高效能、低能耗、低污染的优点。

2. 混合动力汽车的缺点

混合动力汽车由于需同时兼顾内燃机和电动机两套系统,在动力耦合和电子控制过程等方面比传统汽车更加复杂。两套动力系统及其附件使车内空间极其有限,布置紧凑而拥挤。

三、混合动力汽车的类型

1. 根据混合动力系统的结构形式分类

根据混合动力系统的结构形式,混合动力汽车可分为以下三类。

1) 串联式混合动力汽车

串联式混合动力汽车(series hybrid electric vehicle, SHEV)只通过电动机驱动,内燃机与驱动轴无机械连接。内燃机带动一个发电机,该发电机在车辆行驶时,为电动机供电或者给高压蓄电池充电。

2) 并联式混合动力汽车

并联式混合动力汽车(parallel hybrid electric vehicle, PHEV)的设计特点是结构简单。该技术通常用于对已有车辆进行“混合动力化”改造,内燃机、电动机和变速器安装于一根轴上。并联式混合动力系统通常配有一台电动机,内燃机和电动机各自输出的功率总和等于总输出功率,该方案可以保留车辆上大部分的原有零件。在四轮驱动车辆的并联式混合动力设计中,四个车轮的驱动力由托森差速器和分动器传递。

3) 混联式混合动力汽车

混联式混合动力汽车(series-parallel hybrid electric vehicle, PSHEV)除了配有内燃机外,还配有一台电动机,两者均安装于前桥。驱动力由内燃机和电动机共同提供,通过行星齿轮组传递至变速器。与并联式混合动力汽车的设计不同,混联式混合动力汽车两种形式

的动力输出并不能全部传递至车轮,其中一部分动力输出用于驱动车辆,另一部分以电能的形式储存在高压蓄电池中。

2. 根据混合动力系统混合度的不同分类

根据混合动力系统混合度的不同,混合动力汽车可分为以下四类。

1) 微混合动力系统汽车

严格意义上讲,搭载微混合动力系统的汽车不属于真正的混合动力汽车,因为它的电动机并没有为汽车行驶提供持续的动力,其电动机的峰值功率和发动机的标定功率之比不大于5%。

2) 轻度混合动力系统汽车

轻度混合动力系统除了能够实现用发电机控制发动机的起动和停止外,还能够实现两个功能:其一,在减速和制动工况下,对部分能量进行回收;其二,在行驶过程中,发动机等速运转,发动机产生的能量可以在车轮的驱动需求和发电机的充电需求之间进行调节。轻度混合动力系统的混合度一般在20%以下,其电动机的峰值功率和发动机的标定功率之比为5%~15%。

3) 中度混合动力系统汽车

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,即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,更好地提高整车的性能。该系统的混合程度较高,可以达到30%左右,其电动机的峰值功率和发动机的标定功率之比为15%~40%。目前,中度混合动力系统技术已经成熟,应用广泛。中度混合动力系统的代表车型有奥迪 Q5 Hybrid、奔驰 S40、大众途锐 Hybrid 等。

4) 重度混合动力系统汽车

重度混合动力系统将功率更强的电动机和内燃机相结合,可以实现纯电力驱动。一旦达到规定条件,电动机即可辅助内燃机的运行,可在低速行驶时完全由电力驱动。内燃机具备起动和停止功能,回收的制动能量可为高压蓄电池充电。内燃机和电动机之间的离合器可以断开两个系统的连接,内燃机仅在需要时接入。丰田的普锐斯和普锐维亚属于重度混合动力系统。该系统采用了272~650 V的高压起动电机,混合程度更高。与中度混合动力系统相比,重度混合动力系统的混合度可以达到甚至超过50%。技术的发展将使重度混合动力系统逐渐成为混合动力技术的主要发展方向。

四、混合动力汽车的发展现状

1. 日本混合动力汽车的发展现状

日本混合动力汽车市场由丰田、本田、日产三大本土车企主导,占据绝大部分市场份额。其中,丰田凭借混合动力技术优势,于2023年占据日本新能源汽车市场近50%的份额,整体本土品牌垄断度超过80%。日产于2025年推出第三代e-POWER混合动力系统,燃油效率较第二代提升15%,高速行驶油耗优化显著,并计划在欧洲市场对标顶级水平。该技术通过可变压缩比内燃机发电驱动电动机,已在本土市场实现年销量超50万台。

2. 美国混合动力汽车的发展现状

美国拥有全世界最大的混合动力汽车市场之一,2002年美国能源部“自由车”项目成



立,2015年提出普及100万辆插电式混合动力汽车计划。进入2024年以来,混合动力车型为美国市场提供了重大推动力。根据市场咨询公司J. D. Power的数据,2024年,一辆混合动力汽车在美国经销商处平均只需24天即可售出,而其他汽车和轻型卡车平均需要48天才能售出。J. D. Power的数据还显示,2024年,油电混合动力车型在美国的销量同比增加35.4万辆,达到144万辆,占据美国市场11%的份额,同比增长了2.4个百分点;电动车型在美国的零售量同比增加14.2万辆,达到120万辆,占据美国市场9.2%的份额,同比增长了0.8个百分点。

3. 欧洲混合动力汽车的发展现状

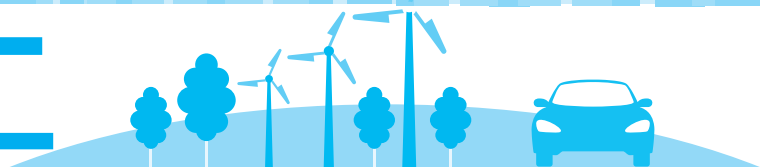
近年来,欧盟连续出台多个车辆碳排放标准,有效促进了欧洲混合动力汽车的发展。混合动力汽车的年销量也从2006年的4万辆上升到2016年的40多万辆。2024年以来,在纯电动汽车市场低迷之际,欧洲混合动力车市场却呈现出逆势增长态势,成为消费者的过渡选择。数据显示,欧洲混合动力车市场份额已从2023年的24%增长至2024年的31.3%,其中,传统混合动力车型和轻度混合动力车型的增长尤为显著。

4. 我国混合动力汽车的发展现状

为应对日益严峻的环境和能源问题,我国政府陆续出台了相关政策,促进我国混合动力汽车的发展。由于国内补贴政策的差异化,混合动力汽车以插电式混合动力为主。相较于日本、美国和欧洲,我国混合动力汽车市场发展较为缓慢。以前我国混合动力车型主要是由外资汽车企业开发研制,近年来自主品牌汽车企业,如比亚迪等,也开始研发混合动力车型。

从2021年以来,国内普通混合动力车型渗透率变化相对较小,插电混合动力车型渗透率保持稳步提升。插电混合动力车型的渗透率整体保持增长的态势,并且涌现了如比亚迪DM-i(Dual Motor-Intelligent)系列、理想增程式、问界增程式等众多热销的车型。插电混合动力车型渗透率提升的关键驱动因素,已经从此前的政策与法规端转向了产品与需求端。在供给侧,由于政策法规的影响,国内的主机厂在车型研发端持续向新能源转变;在需求侧,由于完全实现纯电动化周期较长,因此在一定时期内以PHEV和增程式混合动力汽车(range extended electric vehicle,REEV)为代表的混合动力车型将持续成为乘用车市场的主力。随着新能源汽车发展走向深入,油电混合动力车型犹如一匹“黑马”,成长为增速非常快的一个细分市场。数据显示,2022年插电混合动力车型的销量实现了同比1.5倍的增长,达到151.8万辆。纯电动汽车虽然有536.5万辆的销量,但增幅仅为81.6%。插电混合动力车型的增幅几乎达到了纯电动汽车增幅的2倍。2023年插电混合动力车型汽车销量达280.4万辆,同比增长84.7%,同样高于纯电动汽车销量同比24.6%的增幅。可见,纯电动汽车市场增速放缓与插电混动汽车销量快速增长已是不争的事实。实际上,在2020年,中国汽车工程学会发布了《节能与新能源汽车技术路线图(2.0版)》,确立了节能汽车在未来市场的主力地位,并且重点强调了要扩大混合动力技术的应用比例,提出了至2035年新能源汽车市场占比超过50%、氢燃料电池汽车保有量达到100万辆左右、节能汽车全面实现混合动力化、汽车产业实现电动化转型。

学习任务



串联式混合动力汽车概述

知识目标

- ① 掌握串联式混合动力汽车的组成。
- ② 掌握串联式混合动力汽车的特点。

技能目标

- ① 能够判断车辆类型。
- ② 能够区分不同类型车辆的特点。

素养目标

- ① 培养绿色低碳发展理念和节能环保意识。
- ② 培养遵规守纪、严谨细致的工作作风和精益求精的工匠精神。

任务描述

一位某品牌混合动力汽车车主到 4S 店报修该车出现不能上电故障,现在你作为 4S 店的技术检测人员,需配合技师主管共同对该客户的混合动力汽车做基本检查,按照规范程序操作并完成维修工单。在工作过程中,需遵循现场工作管理规范。



知识准备

一、串联式混合动力汽车的组成

串联式混合动力汽车主要由发动机、发电机、动力蓄电池、电动机、机械传动装置(变速器)等组成,其结构示意图如图 1-1 所示。发动机和发电机之间是机械连接,电动机与机械传动装置之间也是机械连接,其余部分则是电力连接。发动机和发电机有时也称为辅助动力装置,其主要功能是将发动机输出的机械能通过发电机转化为电能。转化的电能可用于向动力蓄电池充电,或通过电动机对外输出转矩从而驱动汽车行驶。这种为电动机增设辅



助设备(一般采用内燃机),由电动机输出动力的模式,也称为增程式混合动力。

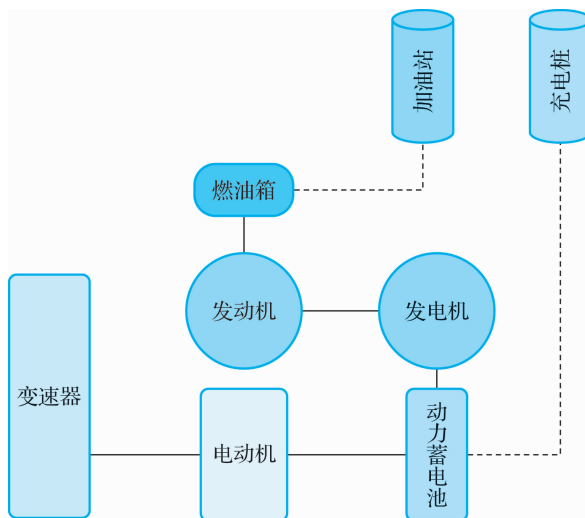


图 1-1 串联式混合动力汽车的结构示意图

二、串联式混合动力汽车的工况

1. 起动/正常行驶/加速运行工况

汽车牌起动、正常行驶、加速运行等工况时,发动机通过发电机和动力蓄电池共同输出电能并传递至功率转换器,驱动电动机,然后通过机械传动装置驱动车轮。此运行工况的能量传递路线如图 1-2 所示。

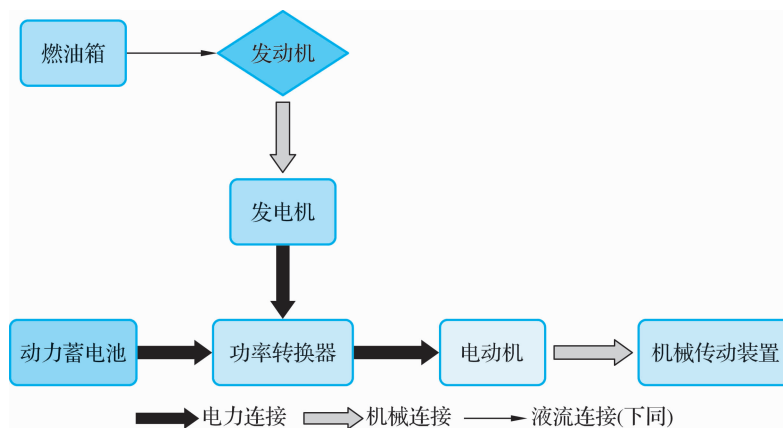


图 1-2 起动/正常行驶/加速运行工况的能量传递路线

2. 低负荷工况

当电动机功率足以满足汽车行驶所需功率时,发电机同时为动力蓄电池充电,直到动力蓄电池达到电池荷电状态(state of charge, SOC)预定的满电状态。此工况的能量传递路线如图 1-3 所示。

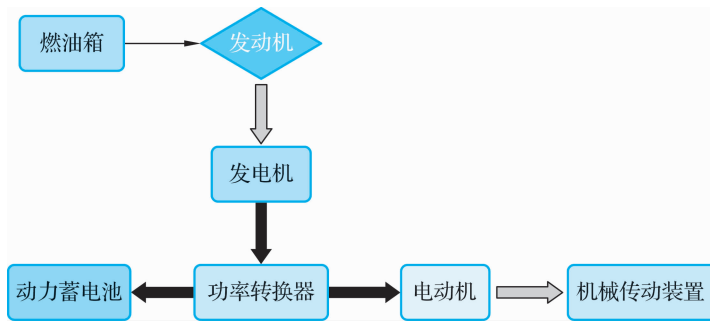


图 1-3 低负荷工况的能量传递路线

3. 减速及制动工况

汽车处于减速或制动工况时,发动机与发电机暂时中断连接,电动机把驱动轮的动能转化为电能,并通过功率转换器给动力蓄电池充电。此运行工况的能量传递路线如图 1-4 所示。

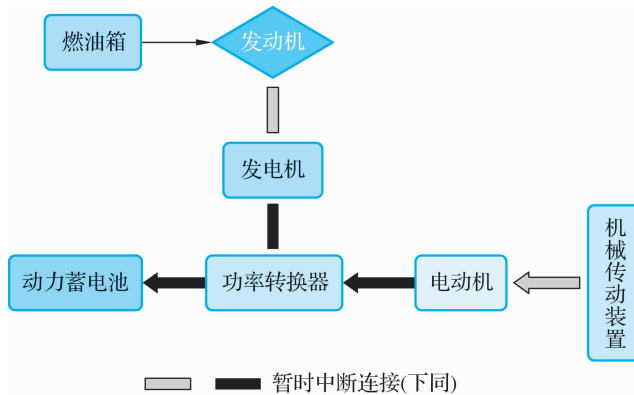


图 1-4 减速及制动工况的能量传递路线

4. 停车充电工况

停车时,发动机可通过发电机和功率转换器向动力蓄电池充电。此运行工况的能量传递路线如图 1-5 所示。

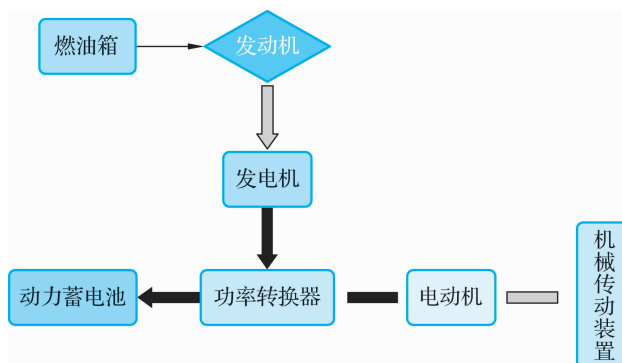


图 1-5 停车充电工况的能量传递路线



三、串联式混合动力汽车的特点

1. 串联式混合动力汽车的结构特点

(1) 发动机和发电机组成的辅助动力装置一起工作,产生所需的电能。发动机和发电机之间的机械连接装置中不需要离合器。

(2) 发动机输出的机械能首先通过发电机转化为电能,转化后的电能一部分用于为动力蓄电池充电,另一部分经电动机和机械传动装置驱动车轮。

(3) 采用单条驱动线路,配备两台电动机。只有电动机驱动汽车行驶,而发动机仅用来带动发电机发电,与驱动轮无机械连接,不直接驱动车辆。在两台电动机中,一台电动机用于驱动和能量回馈,另一台电动机专门用于发电。

2. 串联式混合动力汽车的优点与缺点

1) 串联式混合动力汽车的优点

(1) 由于发动机和驱动轮之间无直接机械连接,发动机工作状态不受车辆行驶工况的影响,能运行在其转矩-转速特性图上的任何工作点,而且能始终在最佳的工作区域内稳定运行,因此发动机具有良好的经济性和较低的排放性能。此外,发动机与驱动轮的机械解耦,使高速发动机能够得到应用。

(2) 发动机与驱动电机之间无机械连接,整车的结构零件可以放在最适合的位置。

(3) 由于驱动电机的功率大,制动能量回收的潜力大,可以提高能量利用效率。

2) 串联式混合动力汽车的缺点

(1) 发电机将发动机的机械能转化为电能,电机再将电能转化为机械能,而且动力蓄电池在充电和放电过程中存在能量损失,因此发动机输出的能量利用率比较低。串联式混合动力系统的发动机能保持在最佳工作区域内稳定运行,这一特点的优越性主要表现在低速、加速等工况,而在汽车以中、高速度行驶时,由于其电传动效率较低,发动机效率高的优势被抵消。

(2) 驱动电机是唯一驱动汽车行驶的动力装置,因此驱动电机的功率要足够大。此外,动力蓄电池一方面要满足汽车行驶中峰值功率的需要,以补充发电机输出功率的不足;另一方面,要满足吸收制动能量的要求,这就需要较大的动力蓄电池容量。因此,驱动电机和动力蓄电池的体积与质量都较大,使得整车质量较大。

由此可知,串联式混合动力汽车适用于经常在市内低速运行的工况,不适合高速行驶工况。

学习任务三



并联式混合动力汽车概述

知识目标

- ①掌握并联式混合动力汽车的组成。
- ②掌握并联式混合动力汽车的特点。

技能目标

- ①能够判断车辆类型。
- ②能够区分不同类型车辆的特点。

素养目标

- ①引导树立技术创新与工程实践相结合的理念。
- ②培养客户服务意识、职业沟通能力和诚信友善的职业品德。

任务描述

客户王先生家中有一辆已经使用了8年的燃油车,目前计划购置一辆比亚迪宋 PLUS。王先生从 App 上查询到这款车搭载的是 1.5 L 自然吸气的发动机,与之匹配的变速器是电子无级变速器,他想要更详细地了解并联式混合动力汽车的结构和运行模式。

假如你是一名比亚迪 4S 店的销售顾问,针对王先生的疑问需要掌握哪些知识呢?



知识准备

一、并联式混合动力汽车的组成

并联式混合动力汽车使用驱动电机和发动机两种动力装置驱动车轮,动力传递的流向为并联。车辆可以采用发动机单独驱动、驱动电机单独驱动,或者发动机和驱动电机混合驱动三种工作模式。典型的并联式混合动力汽车的结构如图 1-6 所示,其由驱动电机、发动机、动力蓄电池、变压器和变速器等组成。

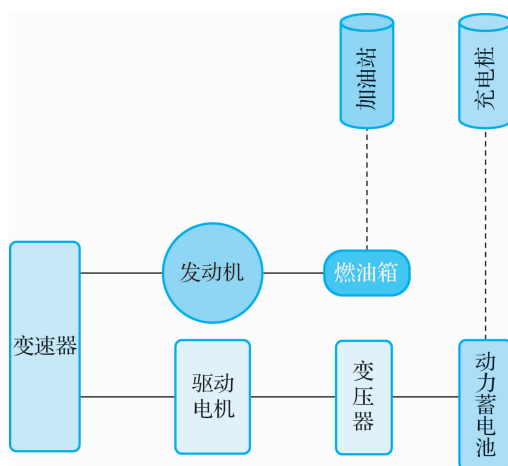


图 1-6 典型的并联式混合动力汽车的结构示意图

并联式混合动力汽车中利用动力蓄电池的电力驱动电机运转,因驱动电机在汽车制动时进行制动能量回收,此时驱动电机用作发电机。并联式混合动力汽车的发动机和驱动电机的输出采用了同一根传动轴,这样有利于驱动电机和变速器的一体化模块设计。从结构形式上可以将并联式混合动力汽车分为单轴式和双轴式两种。单轴式结构的合成方式为转矩合成,这种结构导致驱动电机和发动机的转速值相同,限制了驱动电机的工作区域。双轴式结构中可以有二套机械式变速器,内燃机和驱动电机各自与一套变速机构相连,然后通过齿轮系统进行复合。

二、并联式混合动力汽车的工况

1. 正常行驶、加速及爬坡工况

当车辆正常行驶、加速及爬坡时,发动机和驱动电机同时工作,驱动车辆,其能量传递路线如图 1-7 所示。

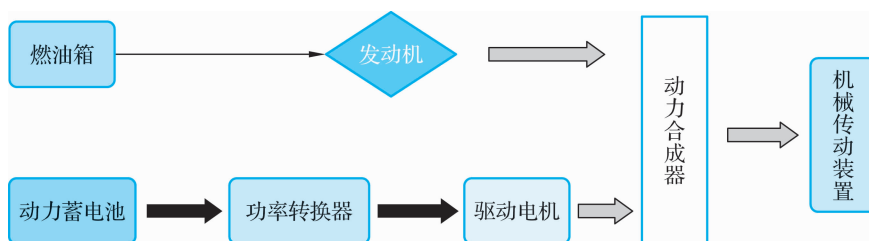


图 1-7 正常行驶、加速及爬坡工况的能量传递路线

2. 行驶中动力蓄电池电量低工况

在车辆行驶过程中,当动力蓄电池电量过低时,发动机在驱动车辆的同时,将剩余机械能通过驱动电机转换为电能并为动力蓄电池充电,其能量传递路线如图 1-8 所示。

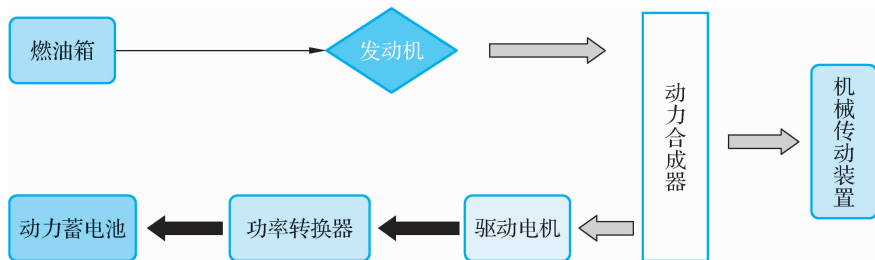


图 1-8 行驶中动力电池电量低工况的能量传递路线

3. 减速及制动工况

当车辆减速及制动时,驱动电机以发电机模式工作,回收车辆制动能量向动力电池充电,其能量传递路线如图 1-9 所示。

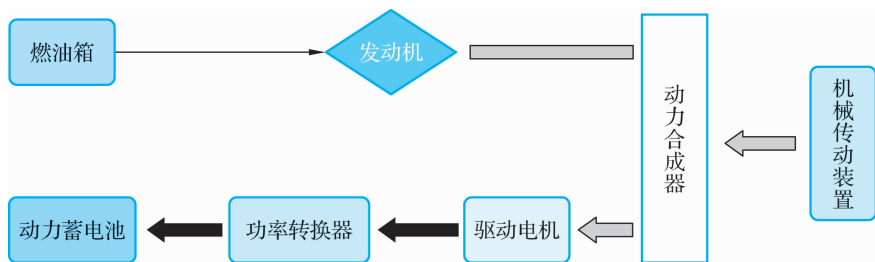


图 1-9 减速及制动工况的能量传递路线

三、并联式混合动力汽车的特点

1. 并联式混合动力汽车的结构特点

(1) 发动机通过机械传动机构直接驱动汽车,无机械能、电能的转换损失,因此发动机输出能量的利用率相对较高。汽车行驶工况能保证发动机在其最佳的工作范围内运行时并联式混合动力系统的燃油经济性优于串联式混合动力系统。

(2) 当电机仅起到功率调峰作用时,驱动电机、发动机的功率可适当减小,动力电池的容量也可以减小。

(3) 在市区低速行驶时,并联式混合动力系统可关停发动机,以纯电动方式运行,从而实现零排放,但这需要有功率足够高的驱动电机,所需锂离子蓄电池的容量相应也要大。发动机与驱动电机并联驱动时,还需要动力复合装置,因此,并联驱动系统的传动机构较为复杂。

(4) 并联式混合动力系统与车轮之间为直接机械连接,发动机的运行工况会受车辆行驶工况的影响,因此当车辆在行驶工况频繁变化的情况下运行时,发动机有可能不在其最佳工作区域内运行,其油耗和排放指标可能不如串联式混合动力系统。并联式混合动力系统适用于汽车在中、高速工况下稳定行驶。

2. 并联式混合动力汽车的优点与缺点

1) 并联式混合动力汽车的优点

(1) 动力性能卓越。在急加速或爬坡等高负荷场景下,发动机与电机可同时驱动车轮,



实现动力叠加。例如,在混合驱动模式下,电机可为发动机提供助力,提升整体输出功率。

(2)高速工况效率突出。当车辆以中、高速行驶时,发动机可直接驱动车辆,避免串联式系统的能量转换损耗。实测数据显示,并联式混合动力汽车高速油耗可比燃油车降低 30% 以上。

(3)结构兼容性强。基于传统燃油车架构改造,保留变速器设计,对传统车企技术适配性高,开发成本相对可控(如大众、宝马早期插混车型)。

(4)灵活能源利用。支持纯电、纯油、混合驱动等多种模式,短途可使用纯电行驶降低能耗,长途可使用混合驱动模式,无须依赖充电。

2) 并联式混合动力汽车的缺点

(1)系统复杂度高。需协调发动机与驱动电机的动力分配,控制算法难度大,易导致动力切换顿挫或可靠性问题。

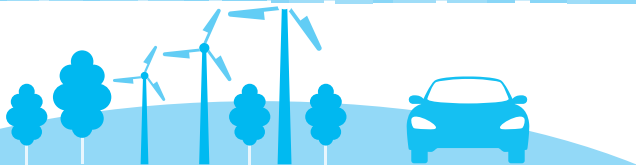
(2)纯电续航能力受限。电池容量通常较小,纯电续航仅几十千米,部分车型甚至无纯电模式,仍以燃油驱动为主。

(3)成本与维护费用高。相比增程式或纯电车型,并联式混合动力汽车需保留变速器并增加机械耦合部件,导致制造成本与后期维修费用上升。

(4)能量转换效率折损。在纯电模式下,电机动力需经变速器传递至车轮,效率低于电机直驱设计(如串联式系统)。该技术常见于传统车企升级车型(如大众插混系列),在动力性、燃油经济性和改造成本间取得平衡,但需以更高的技术门槛为代价。随着控制策略的优化,其平顺性与效率仍有提升空间。

学习任务

四



混联式混合动力汽车概述

知识目标

- ①掌握混联式混合动力汽车的组成。
- ②掌握混联式混合动力汽车的特点。

技能目标

- ①能够判断车辆类型。
- ②能够区分不同类型车辆的特点。

素养目标

- ①培养系统思维和综合创新能力,树立工程设计理念。
- ②激发探索高端新能源汽车技术、助力我国汽车产业转型升级的奋斗精神。

任务描述

客户刘先生准备购置一辆进口的第四代丰田普锐斯混合动力汽车,该车辆为混联式结构,驱动模式较多,适应多种工况,而且拥有比串、并联式混合动力汽车更多的优点。刘先生想要更详细地了解混联式混合动力汽车的结构和运行模式。

假如你是一名丰田 4S 店的销售顾问,需要给刘先生介绍哪些知识呢?



知识准备

一、混联式混合动力汽车的组成

混联式混合动力汽车由驱动电机、发动机、动力蓄电池、发电机、减速器、动力分离装置、电子控制单元(变压器、转换器)等组成,其结构如图 1-10 所示,综合了串联式和并联式混合动力汽车的特点。混联式混合动力汽车可以利用驱动电机和发动机两套动力系统驱动车轮,同时驱动电机在行驶过程中还可以发电。根据行驶条件的不同,可以仅靠驱动



电机驱动行驶,或者利用发动机和驱动电机共同驱动行驶。另外,混联式混合动力汽车还安装有发电机,可以一边行驶一边给动力蓄电池充电。利用动力分离装置将发动机的动力分成两部分,一部分用来直接驱动车轮,另一部分用来发电,给驱动电机供应电力和为动力蓄电池充电。

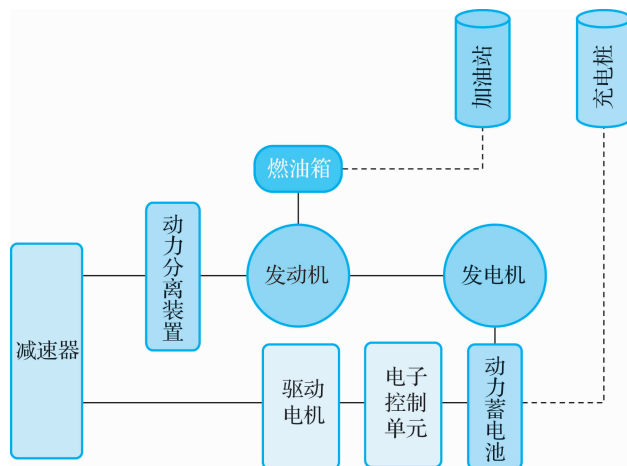


图 1-10 混联式混合动力汽车的结构示意图

二、混联式混合动力汽车的工况

1. 起动工况

在起动工况下,发动机关闭,由动力蓄电池为电动机提供能量。利用电动机低转速输出时高效率的特点,弥补了发动机起步时能耗高的缺点,其能量传递路线如图 1-11 所示。

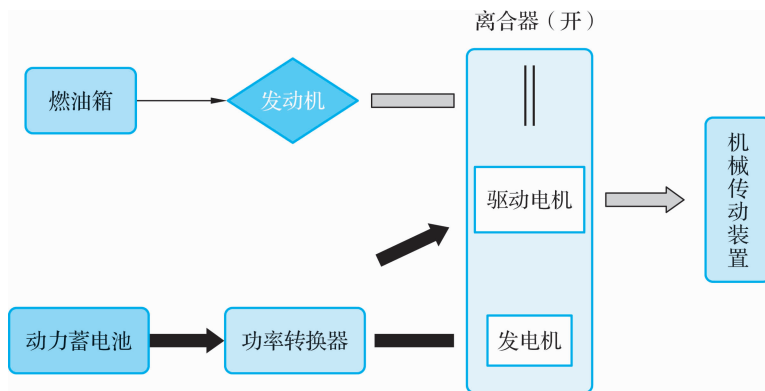


图 1-11 起动工况的能量传递路线

2. 加速工况

在加速工况下,发动机和电动机同时工作,同时输出动力驱动车辆行驶,其能量传递路线如图 1-12 所示。

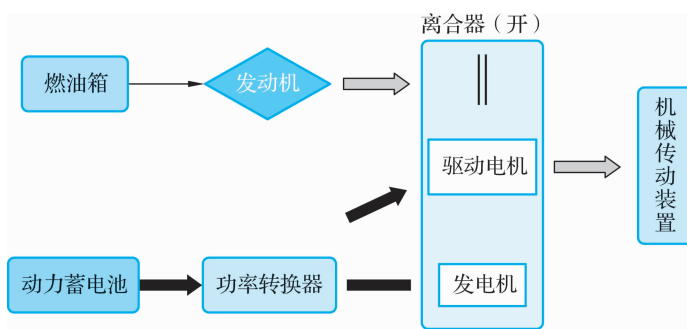


图 1-12 加速工况的能量传递路线

3. 匀速工况

在匀速工况下,电动机关闭,发动机工作并提供车辆所需动力,其能量传递路线如图 1-13 所示。

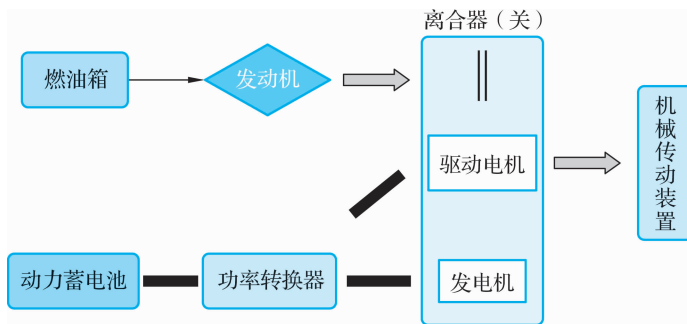


图 1-13 匀速工况的能量传递路线

4. 减速及制动工况

在减速及制动工况下,电动机工作处于发电模式,进行制动能量回收,通过功率转化器为动力蓄电池充电,其能量传递路线如图 1-14 所示。

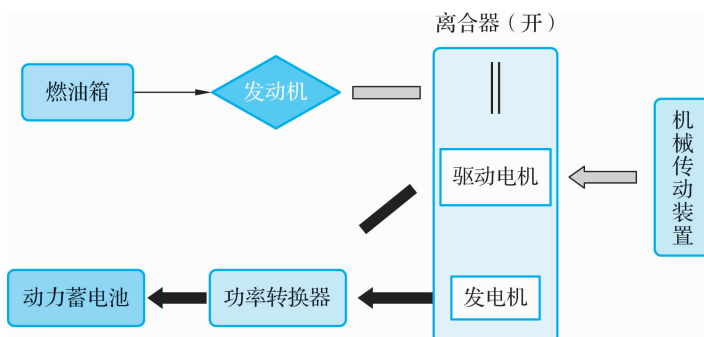


图 1-14 减速及制动工况的能量传递路线



5. 行驶中为动力蓄电池充电工况

在行驶中给动力蓄电池充电工况下,发动机的一部分动力用于驱动车辆,另外一部分动力由发电机经功率转换器给动力蓄电池充电,其能量传递路线如图 1-15 所示。

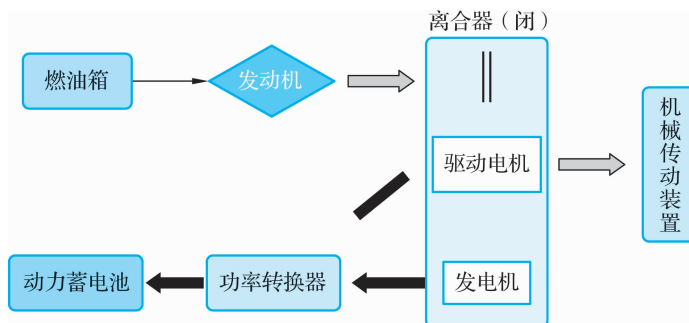


图 1-15 行驶中给动力蓄电池充电工况的能量传递路线

三、混联式混合动力汽车的特点

1. 混联式混合动力汽车的结构特点

(1)工作模式多样性。混联式混合动力汽车既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。能够根据不同的驾驶需求和工况条件,灵活地在发动机单独驱动、驱动电机单独驱动发动机和驱动电机混合驱动之间切换。

(2)动力分配灵活。在串联混合模式下,发动机带动发电机发电,电能通过控制器提供给电动机,由驱动电机驱动车辆。在并联混合模式下,发动机可以直接驱动车辆,同时发电机可以在工作时给电池充电。这种灵活的动力分配使得混联式系统能够更高效地利用能源,适应不同的驾驶需求。

(3)能量管理复杂。由于混联式系统同时具备串联式系统和并联式系统的特点,其能量管理策略更为复杂。系统需要综合考虑发动机、驱动电机和动力蓄电池的状态,优化动力分配和能量转换,以确保最佳的燃油经济性和驾驶性能。

(4)适用场景广泛。混联式混合动力汽车适用于各种驾驶场景,包括城市通勤、高速公路行驶和复杂地形驾驶等,其灵活的动力分配和高效的能源利用使其成为一种理想的混合动力解决方案。

2. 混联式混合动力汽车的优点与缺点

1)混联式混合动力汽车的优点

(1)适应复杂行驶条件。混联式混合动力汽车能够根据不同的行驶需求选择不同的工作模式,适应复杂的行驶条件。

(2)灵活调节功率输出。混联式动力系统可以更加灵活地根据工况调节发动机的功率输出和驱动电机的运转,综合调节内燃机与驱动电机之间的转速关系,提供最佳的动力输出。

(3)省油和动力强劲。混联式插电混合动力汽车在市区行驶时用电,在长途行驶时用油,综合油耗低,能帮用户节省费用。同时,电动机和发动机一起发力,起步快,动力强劲,驾驶感强。

2) 混联式混合动力汽车的缺点

(1) 结构复杂。混联式混合动力汽车的机械结构和控制系统较为复杂,增加了设计和制造的难度。

(2) 成本较高。由于需要两种动力装置,混联式混合动力汽车的成本较高,因此购车成本和维护成本都相对较高。

(3) 维修难度大。由于其复杂的结构,维修较为困难,一旦出现问题,维修费用也较高,需要专业技术人员进行维修。

(4) 自重较大。混联式混合动力汽车的车辆自重较大,可能会影响操控的灵活性,以及停车、转弯的便利性。



实操工单

混合动力汽车类型识别

姓名		学号		学时		成绩	
日期		地点		指导教师			
任务名称	混合动力汽车类型识别						
任务目标	1. 能够判断混合动力汽车的类型。 2. 能够说出各类混合动力汽车的优缺点						
信息获取	车辆类型:						
学习准备							
计划与实施							
一、人员计划 对小组成员进行合理分工,制订详细的任务工作计划,并填入表 1-1。							
表 1-1 任务工作计划							
人员分配							
时间安排							
工作步骤							
设备和工具							



二、知识训练

根据所学内容,结合实训室的车辆或者教师提供的汽车结构图,回答下列问题。

1. 这辆混合动力汽车属于哪种结构形式?

2. 选择加速/减速等任意一种工况,画出其能量传递路线图。

三、场地恢复

完成场地恢复,并填写表 1-2。

表 1-2 场地恢复清单

序号	作业内容	完成情况
1	关闭车辆启动开关	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
2	收起并整理防护四件套	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
3	清洁防护用具并归位	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
4	清洁整理仪器设备与工具	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
5	清洁实训场地	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
6	收起安全警示牌	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
7	收起安全围挡	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常

四、过程检查

完成过程检查,并填写表 1-3。

表 1-3 过程检查清单

序号	检查项目	权重/分	自我评价
1	信息收集完成情况	20	
2	制订计划的合理性	10	
3	实施过程完成的正确性	45	
4	在实施过程中的参与程度	15	
5	安全防护与 6S 操作规则	10	

五、总成绩和自我反思



单元练习

一、填空题

1. 从广义上讲,采用两种或两种以上的_____、_____或_____作为动力源,并且其中至少有一种能提供_____的车辆称为混合动力汽车。

2. 与传统燃油汽车相比,混合动力汽车可以灵活地使用_____带来的便利,使_____始终在高效的工况下工作,根据_____的不同,调整_____的模式。

3. 串联式混合动力汽车主要由_____、_____、_____、_____、_____等组成。发动机和发电机之间是_____连接,电动机与机械传动装置之间也是_____连接,其余部分则是_____连接。

4. 当混联式混合动力汽车减速及制动时,电动机工作处于_____模式,进行_____,通过_____给_____充电。

二、简答题

结合几款目前市场占有率较高的混合动力汽车,说明其是串联式、并联式还是混联式,并说明其优缺点。可结合人工智能搜索谈谈自己的见解,并以思维导图的形式和同学们分享你的观点。



混合动力汽车高压维修操作安全

- 学习任务一 电气危害与触电急救
- 学习任务二 混合动力汽车的高压保护措施

学习任务

电气危害与触电急救

知识目标

- 了解电气方面的危害。
- 掌握基本的电气伤害救助方法。

技能目标

- 具备安全规范操作的能力。
- 在危险来临时能采用正确的电气伤害急救方法。

素养目标

- 严守操作规范的职业底线,培养职业责任感。
- 培育临危不乱的应急素养和互助友爱的职业品格。



视频

混合动力汽车
高压维修操作
安全

任务描述

某实习维修技师在维修混合动力汽车时,未检查绝缘工具的安全性能,佩戴了破损的绝缘手套,违章作业,导致触电。作为车间的技术人员,请你对这名技师进行安全培训。



知识准备

一、电气事故

电气作业操作不当,会引发多种事故。一是人身事故,包括电流伤害、电弧伤害、静电伤害、电磁伤害以及电气设备故障等造成的人身伤害等;二是设备事故,主要是设备、线路损坏,电气装置失灵等,严重时可引起电气火灾及爆炸事故;三是对环境的干扰和污染,主要是指电磁污染等;四是引起二次事故,指由于电气事故带来的其他破坏性的事故,如爆炸、起火等。其中,人身事故和设备事故大多数是由于违反安全操作规程或安全技术规程引起的。



二、电流对人体的伤害

电流对人体的伤害有电击伤、电烧伤、闪电损伤三种类型。

1. 电击伤

电击伤是指电流进入人体所造成的机体组织损伤和功能障碍。机体组织损伤分为局部损伤和全身损伤,患者可能出现惊恐、头晕、心悸等症状,严重时会出现休克和心搏骤停。

2. 电烧伤

电烧伤主要是指电流通过人体以后产生热能,造成人体烧伤。电压越高,烧伤程度越严重。电流入口的烧伤比出口严重,具有皮肤创面小、皮下组织损伤严重的特点。

3. 闪电损伤

闪电损伤是人体被闪电击中所造成的一种电击伤,触电后由于大量组织损伤和溶血会引起高钾血症、四肢关节脱位甚至骨折,严重的患者会出现失明、失聪等症状。

三、人体安全电压及人体的电阻

1. 人体安全电压

交流电压 1 000 V 及以上、直流电压 1 500 V 及以上为高压电;交流电压 1 000 V 以下、直流电压 1 500 V 以下为低压电。人体含有大量的溶解有其他物质的水溶液,可等效成一个电阻,常用的安全电压是 36 V 及以下的电压。

根据接触状态的不同,规定了人体允许接触电压,人体允许接触的电压见表 2-1。

表 2-1 人体允许接触的电压

允许接触的电压/V	与人体的接触状态
2.5	人体的大部分浸在水中
25	人体有明显的浸湿部分或者人体的一部分与金属制电气设备接触
50 V(AC)/120 V(DC)	通常状态

2. 人体的电阻

电击的危险程度由电流决定。在人体电阻恒定的情况下,电压越高,电流越大,电击的危险性也会增大。因此,世界各国分别规定了不对人体造成影响的安全电压。例如,德国、英国规定安全电压为 24 V,荷兰规定安全电压为 50 V。

人体电阻分为皮肤电阻和人体内部电阻。人体内部的体液性质与食盐水相近,比较容易导电。当有外伤或者皮肤被水浸湿时,人体的电阻会减小,从而更容易受到电击。

四、电击预防技术措施

绝缘是常见的电击预防技术措施,指的是用绝缘物或材料把带电体包住并封闭起来,保证人体不会因触及带电体而发生触电事故。

电气设备的绝缘应符合其相应的电压等级、环境条件和使用条件。在电气产品设计、制

造、试验过程中,为保证达到可靠的绝缘,还规定了绝缘部件必须在相应的工作条件下,能经受可能会产生的电气、机械、化学和发热等的影响。

绝缘的电气指标主要是指绝缘电阻,一般使用兆欧表测量。在任何情况下,每伏电压对应的绝缘电阻不得低于 $1\ 000\ \Omega$,并应符合专业标准的规定。除了绝缘外,屏护、间距以及安装漏电保护器也是较为常见的安全措施。

电动汽车、混合动力汽车在上电过程中,动力电池管理器(battery management controller, BMC)有一个功能就是绝缘检测,如果有某一个高压电器件出现绝缘故障,并且是严重漏电级别,车辆则不能上高压电。所以绝缘漏电故障分为一般漏电和严重漏电两个级别,通常,严重漏电时每伏电压对应的绝缘电阻值小于 $100\ \Omega$,一般漏电时每伏电压对应的绝缘电阻值大于等于 $100\ \Omega$ 并小于等于 $500\ \Omega$,每伏电压对应的绝缘电阻值大于 $500\ \Omega$ 说明系统未存在漏电状态。

例如,某车型读取数据流显示绝缘电阻值为 $500\ \text{k}\Omega$,当前动力电池包电压为 $360\ \text{V}$,根据绝缘要求,车辆正常的绝缘阻值应该大于 $180\ \text{k}\Omega$,其计算公式为 $500\ \Omega/\text{V} \times \text{动力电池包电压}$,即 $500\ \Omega/\text{V} \times 360\ \text{V} = 180\ 000\ \Omega = 180\ \text{k}\Omega$,远小于实际的 $500\ \text{k}\Omega$,因此这辆车的绝缘是正常的;又如,某车型读取的绝缘阻值数据为 $1\ 000\ \Omega$, $1\ 000\ \Omega/360\ \text{V} \approx 2.78\ \Omega/\text{V}$,远远小于 $100\ \Omega/\text{V}$,说明车辆严重漏电,此时自然无法上高压电。

五、电气伤害急救

首先,需要严格落实个人安全防护措施。在处理新能源汽车电气伤害时,首先要确保个人安全,避免触电、电池电解液喷溅、电池爆炸等意外伤害事故。具体措施包括戴绝缘手套、穿绝缘鞋(靴)、戴安全帽和护目镜等防护装备,并使用绝缘工具套装和绝缘垫。

其次,要迅速脱离电源。一旦发生电气伤害,首要任务是迅速使触电者脱离电源,可以通过关闭电源开关、使用绝缘工具或非导电物体(如木板、扫帚把等)将触电者与电源分离。如果无法直接关闭电源,应使用绝缘工具操作,避免直接用手接触触电者。

在进行现场急救时,使触电者脱离电源后,应及时拨打 120 急救电话。根据医生的远程指导,结合具体情况迅速进行现场急救。如果触电者神志清醒但心慌乏力,应让其平卧休息,严密观察,避免站立或走动以防继发休克或心衰。如果触电者丧失意识,或者呼吸、心跳停止,应立即进行口对口人工呼吸和胸外心脏按压,直到触电者恢复自主呼吸和心跳,或者确认无生还希望为止。



视频
高压急救实操
演示

学习任务

混合动力汽车的高压保护措施

知识目标

- ① 了解高压危害。
- ② 了解基本的高压保护方法。

技能目标

- ① 能安全操作混合动力汽车的高压系统。
- ② 在实际环境中能根据具体处境采用正确的高压保护措施。

素养目标

- ① 严守依规作业、按标施工的职业行为准则。
- ② 树立严谨细致的工作作风,培养系统的风险防范思维。

任务描述

刘先生购买了一辆混合动力汽车,在行驶了 8 000 km 后,他来到 4S 店对车辆进行定期维护。作为一名 4S 店的技师,你在接到任务后首先应该如何做好高压系统安全防护呢?



知识准备

一、高压电的定义

混合动力汽车使用高压动力电池作为动力来源的一部分,维护和检查维修混合动力汽车时必须重视高压安全问题。混合动力汽车的电压可高达 600 V 以上,因此,在推广混合动力汽车的同时,如何保证驾驶人员、乘坐人员以及汽车维护与维修人员的安全,是值得关注的问题。在国家标准《电动汽车安全要求》(GB 18384—2020)中,将电动汽车的工作电压分为 A、B 两级,见表 2-2。对于 A 级电压,不需要进行触电防护;对于任何 B 级电压电路中的带电部件,都应为接触人员提供防护措施。

表 2-2 工作电压等级划分

电压等级	最大工作电压 U/V	
	直流	交流
A	$0 < U \leq 60$	$0 < U \leq 30$
B	$60 < U \leq 1\ 500$	$30 < U \leq 1\ 000$

《电动汽车安全要求》(GB 18384—2020)是电动汽车安全要求标准,适用于车载驱动系统的最大工作电压是 B 级电压的电动汽车。其分为三部分:车载可充电储能系统、操作安全和故障防护、人员触电防护。该标准针对电动汽车的电气安全提出了一系列的要求,以保证电动汽车在正常使用情况下的人员安全。

二、高压安全防护用具

混合动力汽车高压部件维护前需准备必要的电击防护用具,确保工作时的安全性。电击防护用具一般是绝缘安全用具,分为基本安全用具和辅助安全用具。

1. 基本安全用具

基本安全用具是指绝缘强度能长期承受设备的工作电压,并且在该电压等级产生内部过电压时,能保证工作人员安全的工具,如绝缘杆、绝缘夹钳、验电器等。

2. 辅助安全用具

辅助安全用具是主要用来进一步加强基本安全用具绝缘强度的工具,例如,绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫等。辅助安全用具不能承受高电压。辅助安全用具配合基本安全用具使用时,能防止工作人员遭受接触电压、跨步电压、电弧灼伤等伤害。

常用的高压安全防护用具及标识见表 2-3。

表 2-3 常用的高压安全防护用具及标识

名 称	用具/标识	用途描述
警示牌	 止步,高压危险	在车辆周边明显位置摆放,用于警示
灭火器		工作间必备,用于扑灭初期火灾



续表

名称	用具/标识	用途描述
绝缘手套		拆除及安装高压部件
绝缘服装		
绝缘鞋		
绝缘帽		
绝缘测试仪		测量高压部件绝缘阻值

三、混合动力汽车高压部件

相对于传统汽车而言,混合动力汽车具有高压系统,因此就会存在高压用电危险。汽车高压部件基本相同,位置有所不同。这里以比亚迪秦 PLUS DM-i 高压系统为例进行讲解,其组成主要包括 EHS 电混系统(由双电机、双电控、单挡减速器及直驱离合器构成)、高压配电箱(图中未画出)、电池包、正温度系数热敏电阻(positive temperature coefficient, PTC)加热器、电动压缩机、车载充电器、交直流充电口(55 km 车型只有交流充电口)、高压电缆等。比亚迪秦车型高压部件位置图如图 2-1 所示。

1. 动力蓄电池和维修开关

为了在高压环境下保证维修电动汽车的技术人员的安全,电动汽车通常被要求安装大电流的手动维修开关,以断开高压电路的连接,使维修等工作处于较为安全的状态。当突发短路时,手动维修开关能够起到应急熔断作用,从而保护车辆及人员安全。

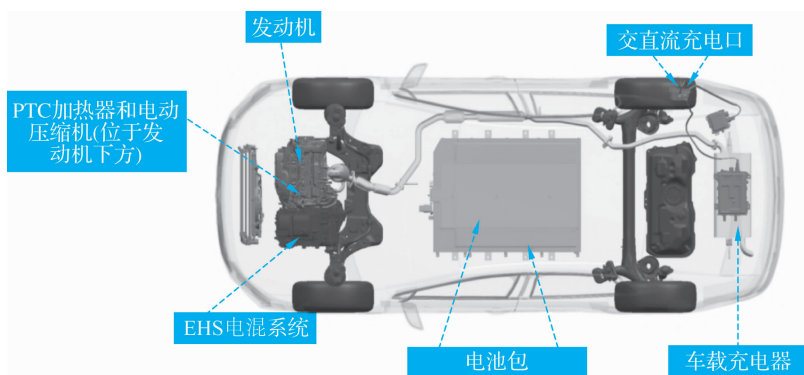


图 2-1 比亚迪秦车型高压部件位置图

比亚迪秦混合动力车型的高压维修开关位于后备厢的左侧,是一个显眼的橘黄色大开关,负责将动力蓄电池串联在一起。此外,比亚迪秦 EV 电动车的维修开关位于车身的右前方处。在进行维修操作时,需要先断开低压蓄电池(12 V)的负极,再断开高压开关,并等待系统电容放电 30 min,以确保安全。

2. 高压线束

高压正极和高压负极通过各自单独的导线与高压部件相连接,车身不用作搭铁,因此在高压线束系统的设计上,直流高压电回路必须严格执行双轨制。高压线束在传输变化的高压电时会对外产生较强的电磁干扰,因此需要采用带编织屏蔽网的线材。连接器在选型时也尽量采用带屏蔽的设计,压接时就能实现与高压线束屏蔽层的连接闭环,抑制高压线束产生的电磁干扰。由于车内高压线束具有大电压/大电流、大线径导线数量多等特点,线束的设计面临布线、安全、屏蔽、重量和成本等挑战。高压连接器的质量要求和制造精度比较高,属于连接器领域中附加价值较高的中高端产品。我们在整车上往往可以看见各种各样的高压连接器,高压连接器结构一般包括:接触对、密封圈、对接锁止机构、支架、外壳、定位机构、高压互锁机构、屏蔽机构、绝缘结构等。端接方式有焊接、压接、过孔连接、螺钉连接等。

需要注意的是,在任何时候都不要剪断或触摸高压线束。

3. 高压配电箱

高压配电箱在比亚迪秦车型上的安装位置如图 2-2 所示,可对高压连接状态、绝缘状态进行实时监控,对高压安全进行管理。高压配电箱有过电流、过电压、过温保护功能,当车辆发生碰撞或翻车时,能自动切断高压电。

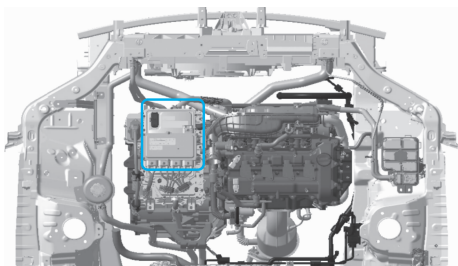


图 2-2 高压配电箱在比亚迪秦车型上的安装位置



高压配电箱的工作电压高达 DC 700 V 以上,电流高达 400 A,对高压配电系统的设计及高压零组件的选用有巨大挑战。从整车空间、整车架构的复杂度及成本方面考虑,业界广泛采用集中式高压电气系统架构配电。高压动力电源直接进入高压配电箱后根据系统的需要分配到系统高压电气产品,对如何保证整个高压系统及其各个电气设备的安全性、系统绝缘、电磁干扰及屏蔽、密封及耐振动等具有很高的要求。

4. 车载充电机

根据国家标准《电动汽车用传导式车载充电机》(GB/T 40432—2021),车载充电机(on-board charge, OBC)是指固定安装在车辆上,将符合公共电网的电能变换为车载储能装置所要求的直流电,并给车载储能装置充电的设备。

车载充电机由交流输入接口、功率单元、控制单元、直流输出接口等部分组成。目前,市场上的乘用车和专用车的车载充电机的功率主要有 3.3 kW 和 6.6 kW,效率集中在 93%~95%,冷却方式主要有风冷和水冷。车载充电机需要具备高速控制器局域网(controller area network, CAN)与电池管理系统(battery management system, BMS)通信的功能,判断电池连接状态是否正确,获得电池系统参数、充电前和充电过程中整组与单体蓄电池的实时数据,并可通过高速 CAN 总线与车辆监控系统通信,上传充电机的工作状态、工作参数和故障告警信息,接受启动充电或停止充电控制命令。同时,车载充电机还需具有完备的安全防护措施,如交流输入过压、交流输入欠压警告,交流输入过流保护,以及直流输出短路保护等功能。

5. 电动压缩机

电动压缩机系统由多个精密部件构成,其中电机作为动力源,驱动压缩机内部的转子旋转,进而压缩制冷剂。高压插头与互锁装置确保了高压电源(通常为 350 V 直流电)的安全可靠连接,这是电动压缩机正常工作的基础。同时,系统还配备了低压插头,为控制模块提供 12 V 的稳定电源,以及 0 V 接地,确保电路的稳定性和安全性。电动压缩机的工作原理相对复杂且高效。当电机驱动压缩机内部转子旋转时,制冷剂在压缩腔内被压缩,从低压状态转变为高压气体。随后,高压气体经过冷凝器散热,变为高压液体,再通过膨胀阀降压,进入蒸发器,吸收车内热量,实现制冷效果。在整个过程中,传感器与控制系统实时监测制冷剂的压力与温度,根据监测结果调节电机转速及压缩机运行状态,确保空调系统高效稳定运行。

四、整车安全防护

比亚迪秦车型的每一个高压回路均有熔断器作为过流保护。动力蓄电池内部增加了一定数量的熔丝盒接触器进行保护,同时电池的每根采样线也有单独的熔断器保护。在发生碰撞的时候,可以保护动力蓄电池等高压器件及线束不会短路损坏或者爆炸起火。

比亚迪秦系列车型的整车安全防护主要有以下几个方面。

1. 高压互锁回路

新能源汽车的高压互锁,也称危险电压互锁回路,是一项至关重要的安全功能。它通过车辆低电压回路对车辆的高压器件、电气线路、连接器和护盖进行电气完整性的监测。一旦高压连接器被拔出,该系统将立即确保其不再带电,从而有效降低人员接触电动汽车高压部件时可能发生的触电风险。值得一提的是,现今几乎所有高压连接器都配备了互锁引脚,以

确保这一安全功能的可靠实现。

比亚迪秦车型的高压互锁包括功能互锁和结构互锁。

1) 功能互锁

当车辆在进行充电或插上充电枪时,比亚迪秦车型的高压电控系统会限制整车不能通过自身系统驱动,以防止可能发生的线束拖曳或安全事故。

2) 结构互锁

比亚迪秦 DM-i 高压互锁示意图如图 2-3 所示,该装置巧妙地利用低压导线作为信号线,与高压电源线并行置于高压线束护套管内,通过串联所有高压部件来构建完整的回路。特别是,高压互锁插头的设计使得高压电源的正、负极引脚与中间的互锁引脚在物理长度上有所差异。因此,在连接高压插头的过程中,电源引脚会率先与高压部件连接,随后中间互锁引脚再完成连接,从而确保了整个系统的安全性。

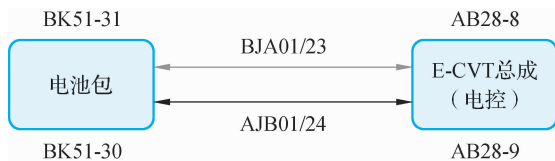


图 2-3 比亚迪秦 DM-i 高压互锁示意图

在断开高压插头的过程中,中间互锁引脚会首先与高压部件脱开,这有效地预防了在高压环境下可能出现的拉弧现象。此外,高压互锁装置还内置了行程开关,用于监测高压部件盖板是否已可靠关闭。同时,车辆碰撞和翻转的信号监测装置也被纳入其中,这些设计旨在及时触发断电信号,从而确保高压回路能够在极短时间内断开,进一步保障系统的安全性。

2. 电源极性反接保护

在装配或者修理的日常操作中,汽车电源线反接会使汽车控制器容易遭受反向电压的损坏,因此汽车行业的相关法规以及各整车厂都对汽车控制器的防反接能力做了要求,一般来说汽车控制器需要能够承受 -14 V 的反极性电压。

因此,市面上的新能源电动汽车基本上都具有“电源极性反接保护”功能。该功能在因不当操作或其他原因导致供电电压极性反转时,可保护驱动电机控制器、DC-DC 转换器、BMC 不被烧坏。

在极性反转的电压去除后,这些电控产品均可正常工作。

3. 碰撞保护

当车辆发生碰撞时,BMC 检测到碰撞信号大于一定阈值,会切断高压系统主回路的电气连接,同时通知电机控制器激活主动泄放,从而将汽车发生碰撞时的危险降到最低。

4. 被动泄放

电机控制器等内部含有高压的电控产品设计了被动泄放回路,在主动泄放的同时,可以在 2 min 内将高压回路直流母线电压泄放到 60 V 以下。被动泄放是主动泄放失效的二重保护。



实操工单

一、高低压部件的认知

姓名		学号		学时		成绩									
日期		地点		指导教师											
任务名称	高低压部件的认知														
任务目标	1. 能够说出电动汽车的高低压部件。 2. 培养团队合作和工程师精神														
信息获取	车辆类型:														
学习准备															
计划与实施															
<p>一、人员计划</p> <p>对小组成员进行合理分工,制订详细的任务工作计划,并填入表 2-4。</p> <p style="text-align: center;">表 2-4 任务工作计划</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">人员分配</td> <td></td> </tr> <tr> <td>时间安排</td> <td></td> </tr> <tr> <td>工作步骤</td> <td></td> </tr> <tr> <td>设备和工具</td> <td></td> </tr> </table>								人员分配		时间安排		工作步骤		设备和工具	
人员分配															
时间安排															
工作步骤															
设备和工具															
<p>二、知识储备</p> <p>1. 高压部件有哪些?</p> <p>2. 低压部件有哪些?</p>															

三、场地恢复

完成场地恢复,并填写表 2-5。

表 2-5 场地恢复清单

序号	作业内容	完成情况
1	关闭车辆启动开关	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
2	收起并整理防护四件套	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
3	关闭测量平台一体机	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
4	关闭测量平台电源开关	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
5	清洁并整理测量平台	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
6	清洁防护用具并归位	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
7	清洁整理仪器设备与工具	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
8	清洁实训场地	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
9	收起安全警示牌	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
10	收起安全围挡	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常

四、过程检查

完成过程检查,并填写表 2-6。

表 2-6 过程检查清单

序号	检查项目	权重/分	自我评价
1	信息收集完成情况	20	
2	制订计划的合理性	10	
3	实施过程完成的正确性	45	
4	在实施过程中的参与程度	15	
5	安全防护与 6S 操作规则	10	

五、总成绩和自我反思



二、高压触电急救

姓名		学号		学时		成绩									
日期		地点		指导教师											
任务名称	高压触电急救														
任务目标	你作为一名新能源汽车专业的学生,在刚步入工作岗位实习仅一个月之际,某天突然遇到一位同事因违规操作不慎触电,要求你迅速采取行动以提供有效援助														
学习准备															
<p>1. 简述人体安全电压的概念。</p> <p>2. 高压电对人体的危害形式有哪些?</p> <p>3. 简述你所知道的现场急救的几种形式。当发现有人触电时,你最先应该做什么?</p>															
计划与实施															
<p>一、人员计划</p> <p>对小组成员进行合理分工,制订详细的任务工作计划,并填写表 2-7。</p> <p style="text-align: center;">表 2-7 任务工作计划</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>人员分配</td> <td></td> </tr> <tr> <td>时间安排</td> <td></td> </tr> <tr> <td>工作步骤</td> <td></td> </tr> <tr> <td>设备和工具</td> <td></td> </tr> </table>								人员分配		时间安排		工作步骤		设备和工具	
人员分配															
时间安排															
工作步骤															
设备和工具															
<p>二、实操实施</p> <p>检查并记录完成任务需要的场地、防护设备及工具。</p> <p>1. 场地</p> <p>检查工作场地是否清洁,以及是否存在安全隐患,如有异常应汇报教师并及时处理。</p> <p>记录: _____</p> <p>2. 防护设备及工具</p> <p>记录防护设备: _____</p> <p>记录防护工具: _____</p>															

3. 人员触电突发事故下的急救措施

(1) 根据触电事故的情况,描述正确的触电急救流程。

观察记录:

实践总结:

(2) 教师演示心肺复苏术的基本操作方法与注意事项。

(3) 学生利用道具练习心肺复苏的方法。

三、场地恢复

完成场地恢复,并填写表 2-8。

表 2-8 场地恢复清单

序号	作业内容	完成情况
1	收起并整理心肺复苏术实训道具防护四件套	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
2	关闭急救显示控制器	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
3	收纳并整理急救显示控制器	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
4	收起安全警示牌	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
5	收起安全围挡	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常
6	整理并打扫实训室	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 异常

四、过程检查

完成过程检查,并填写表 2-9。

表 2-9 过程检查清单

序号	检查项目	权重/分	自我评价
1	信息收集完成情况	20	
2	制订计划的合理性	10	
3	实施过程完成的正确性	45	
4	在实施过程中的参与程度	15	
5	安全防护与 6S 操作规则	10	

五、总成绩和自我反思



单元练习

一、填空题

1. 电气作业不当,会造成多种事故。一是_____ ;二是_____ ;三是_____ ,主要是指_____ 等;四是引起_____ 。
2. 电流对人体的伤害有_____、_____、_____ 三种。
3. 对于人体而言,常用的安全电压是_____ V 以下的电压。
4. 人体电阻分为_____ 电阻和_____ 电阻。
5. 绝缘的电气指标主要是指_____ ,主要使用_____ 测量。
6. 比亚迪秦 PLUS DM-i 高压系统组成主要包括_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____等。
7. 高压配电箱可对_____、_____ 进行实时监控,对高压安全进行管理,有_____、_____、_____ 保护功能,当车辆发生碰撞或翻车时,能自动切断_____。
8. 车载充电机的冷却方式主要包括_____ 和_____。
9. 比亚迪秦车型的高压互锁包括_____ 互锁和_____ 互锁。

二、简答题

根据一辆混合动力汽车,说明其整车安全防护包括哪些内容。