

# 新能源汽车检测与维修技术专业教师 2 岗位试讲内容

注意事项:

1. 每位考生试讲时间为 20 分钟;
2. 试讲内容: 统一指定 1 个教学内容并根据高职学生的特点进行试讲;
3. 试讲必须使用PPT课件, 课件不得透露个人信息。

教学内容: 项目四 新能源汽车高压安全与防护, 单元一 新能源汽车高压电路, 五、新能源汽车的安全隐患与安全设计  
(教材: 新能源汽车认知与应用 (第 2 版))

教材封面：新能源汽车专业“十四五”创新教材



## 教材封底:



### 高职高专新能源汽车专业推荐精品教材

- 全彩印刷(标\*除外), 赠送电子课件资源。
- 书上配二维码视频、手机APP等数字资源。
- 提供教学咨询服务、实训配套资源。

书名	作者	书号
新能源汽车认知与应用*	吴荣辉	59699
<b>新能源汽车认知与应用 第2版*</b>	<b>吴荣辉</b>	<b>68305</b>
新能源汽车概论	张 斌	61576
新能源汽车电力电子技术	冯 津	64438
新能源汽车高压安全与防护*	吴荣辉 金朝昆	68442
新能源汽车结构原理与检修*	吴荣辉	69808
新能源汽车动力电池及充电系统检修	许 云 赵良红	61017
新能源汽车电机驱动系统检修	王 毅 巩航军	61318
新能源汽车辅助系统检修 <small>(包括空调系统、转向、悬架、制动系统、车底系统)</small>	任春晖 李毅	61320
新能源汽车维护与故障诊断	王强 李楷 孙兵凡	64624
智能网联汽车概论*	吴荣辉 吴论生	69954

注: \*高职高专新能源汽车专业“十四五”创新教材, 其余为“十三五”教材



专家咨询二维码



广州合康公司  
新能源教材设备  
资源信息



编辑电话: 010-88379160 电子邮箱: 502135950@qq.com



机工小编

策划编辑◎齐福江 / 封面设计◎鞠杨

添加“机工小编”官方微信信号, 发送“本书名”验证加入作者读者交流群, 免费收看大咖直播课, 定期参加有奖赠书活动, 更有机会获得签名版图书、购书优惠券……惊喜不断, 就等你来

上架指导 汽车维修

ISBN 978-7-111-68305-6



9 787111 683056 >

定价: 55.00元

(2) 接触器断开条件

- 1) 点火开关处于 OFF 位置。
- 2) 高压系统检测到存在安全事件的发生。

系统自检到存在安全事件, 主要是系统根据自身设定的检验程序, 在以下情况下, 会因异常情况自动切断高压, 避免人员触电。

- ① 高压系统自检到部件的互锁开关断开, 如图 4-1-23 所示。
- ② 高压系统自检到部件或高压电缆存在对车辆绝缘电阻过低。
- ③ 车辆发生过碰撞, 且安全气囊已弹出。

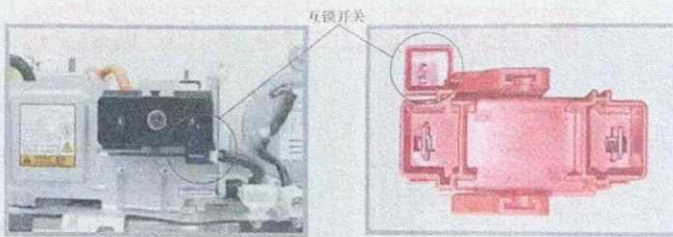


图 4-1-23 高压部件上的互锁开关

### 五、新能源汽车的安全隐患与安全设计

新能源汽车安全隐患包括高压触电安全、动力电池安全, 以及车辆在特殊情况下可能存在的其他风险等。

#### 1. 高压触电安全

人体能承受的安全电压的高低取决于人体允许通过的电流和人体的电阻。人体电阻主要由体内电阻、体表电阻、体表电容组成。人体电阻随着条件的不同在很大范围内变化, 但是一般不低于  $1\text{k}\Omega$ 。我国民用电网中的安全电压多采用  $36\text{V}$ , 大体相当于人体允许电流  $30\text{mA}$  (以人体电阻为  $1200\Omega$ ) 的情况, 这就要求人体可接触的新能源汽车任意两个带电部位的电压要小于  $36\text{V}$ 。

无论是纯电动汽车, 还是高电压的混合动力汽车, 其电压和电流等级都比较高。动力电池的电压一般为  $300\text{--}600\text{V}$ , 正常工作时, 电流可达几百安培, 这已经远远超过人体能承受的极限。新能源汽车存在高压电气系统部件如图 4-1-24 所示。

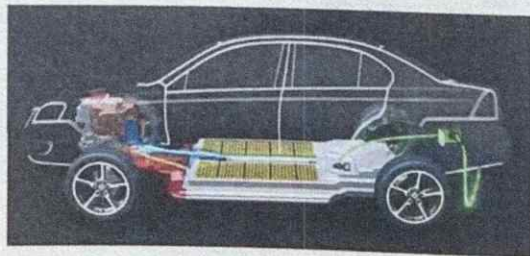


图 4-1-24 新能源汽车存在高压电气系统部件



对于  
果形成  
如果人  
人个  
电压”  
系统任  
2.系  
新自  
4-1-25),  
压电类  
锂离子  
到了广  
介绍动  
锂高  
全问题,  
别, 这  
最终表  
(1  
度增加,  
过  
发电能  
很高而  
图 4-1-2  
导致着  
同  
下降,  
电时,  
当电池  
电流,  
氧化,  
原反应  
离子减  
时很容  
造成电  
(2  
1)  
板的锂  
2  
照原来  
3

对于系统中的高压部件，假如由于内部破损或者潮湿，有可能会传递给外壳一个电势。如形成两个这样外壳具有不同电势的部件，在两个外壳之间会形成具有危险性的电压。此时，如果人体直接触及到这两个部件，则会发生触电的危险。

情况下，会因导

人体没有任何感觉的阈值是2mA。这就要求如果人或其他物体构成动力电池系统（或“高压”电路）与地之间的外部电路，最坏的情况下泄漏电流不能超过2mA，即人直接接触电气系统任一点的时候，流过人体的电流应当小于2mA才认为车辆绝缘合格。

## 2. 动力电池安全

新能源汽车的关键部分是动力电池（图4-1-25），对于动力电池安全性的研究是分析不同类型新能源汽车安全性的前提。近年来，锂离子电池在纯电动汽车和混合动力汽车上得到了广泛的应用，所以以锂离子电池为例，来谈动力电池的安全性。

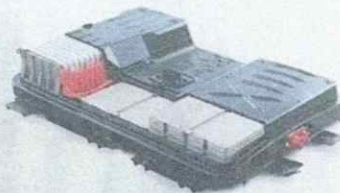


图 4-1-25 新能源汽车动力电池

锂离子电池在正常使用过程中不会出现安全问题，但电池的滥用会导致电池的热效应加剧。这是锂离子电池出现安全问题的导火索，最终表现为电池的“热失控”，从而引起安全事故。导致热失控有以下几种情况。

(1) 过充电与过放电 在给车辆进行充电时，特别是在电池充电末期，电池内部离子的浓度增加，扩散性能下降，浓差极化增加，电池接受能力下降，电池再充电就会出现过充电。

过充电时，如果电池的散热较好，或者过充电流很小，此时电池的温度较低，过充电后只发生电解液的分解，电池仍然安全。如果电池的散热较差，或者由于高倍率充电导致电池温度



高压电维修  
注意事项

同在大范围内  
当于人体允许电  
任意两个带电部

较高。动力电池  
人体能承受的极

升高而引发化学反应，往往导致安全隐患。如图4-1-26所示为一辆电动客车电池在过充电时发生着火事故的场景。



图 4-1-26 过充电导致的温度过高着火

同样，在电池放电末期提供大电流的能力下降，当电池剩余电量不足而又需要大电流放电时，就会使电池过放电。过放电过程如下：

当电池负极的锂离子完全脱出以后，为了维持电流，电池负极表面电极电位低的物质继续被氧化，同时正极材料中的锂离子有可能发生还原反应。在发生过放电时，由于电池负极的锂离子减少，脱出能力下降，极化电压增加，此

时很容易导致电池负极的活性物质脱落，容易造成电池内部短路。电池内部短路的直接表现就是迅速产生热量从而引发着火隐患。

(2) 过电流 锂离子电池过电流主要有以下几种情况：

1) 低温环境下充放电。在低温环境下，由于电池的导电性和扩散性下降，特别是电池负极的锂离子活动能力下降，电池可接受电流的能力下降，容易导致电池出现过电流。

2) 电池老化、电池的性能下降（包括容量降低、内阻增加、倍率特性下降等）后，仍按原来电流充电容易导致产生的相对电流过大。

3) 电池并联成组。在充电过程中，由于电池一致性的差异，单体电池的内阻各不相同，

分配到各单体电池的充电电流不同,可能会导致分配到某些单体电池的电流远大于充电电流,如图4-1-27所示。

4) 电池的内外短路。电池短路会在瞬间产生很大电流,电池内部温度急剧升高,而使电池发生泄漏、起火等安全事故。



图4-1-27 多个电池并联充电电流不一致导致的过热损坏

(3) 电池过温 上述提到的过充电、过放电、过电流会导致电池过温,以下几种情况也会引起电池过温。图4-1-28为典型动力电池内电池温度检测系统。

1) 电池的热管理系统失效。表现为动力电池总成内电池温度传感器损坏,或者是检测控制电路失效或散热风扇损坏。

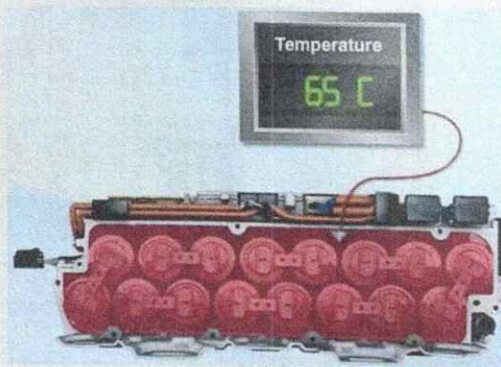


图4-1-28 典型动力电池内电池温度检测系统

2) 电池温度采样点有限。车辆上电池数量众多,很难对每个单体电池都实现温度检测。

3) 温度采样点受限制。由于电池本身结构的原因,新能源汽车的电池管理模块对电池的温度采样点一般都在电池正负极接线柱上,或者通过贴片采集电池外壳的温度,不能反映实际的电池内部温度。

4) 工作环境温度高。如果电池靠近驱动电机等发热部件,会导致电池过温。

电池温度升高会引发的隐患包括电池本身性能的逐步下降,进一步加剧了电池内部的短路。此外,由于电池本身温度过高,会导致电池产生热膨胀变形,从而产生泄漏等事故的发生。

### 3. 危险运行工况下的安全

新能源汽车由于存在高电压,因此在行驶中发生事故时,如果没有很好的安全设计,很容

发生安全隐患。这些安全隐患包括：

(1) 高压系统短路 当动力系统的高压线短路时，将会导致动力电池瞬间大电流放电，此时动力电池和高压线束的温度迅速升高，导致动力电池和高压线束的燃烧，严重时还可能会引起电池爆炸。

若动力电池的高压母线与车身短路，乘员可能会触碰到动力电池的高压电，从而产生触电伤害。

(2) 发生碰撞或翻车 当电动汽车发生碰撞或翻车时，可能导致动力系统高压短路，此时动力系统瞬间产生大量热量，存在发生燃烧甚至爆炸的风险，此外还可能造成高压零部件脱落，对乘员造成触电伤害。如果动力电池受到碰撞或因为燃烧导致温度过高，有可能造成电池电解液的泄漏，对乘员造成伤害；发生碰撞或翻车还会对乘员造成机械伤害。

(3) 涉水或遭遇暴雨 当电动汽车遇到涉水、暴雨等状况时，由于水汽侵蚀，高压的正极与负极之间可能出现绝缘电阻变小甚至短路的情况，可能引起电池的燃烧、漏液甚至爆炸。若电流流经车身，可能使乘员遭受触电风险。

(4) 充电时车辆的意外移动 当车辆在充电时，如果车辆发生移动，可能会造成充电电缆断裂，使乘员及车辆周围人员遭受触电风险；若充电电缆断裂前正在进行大电流充电，还可能造成电池的高压接触器粘连，从而进一步增加人员的触电风险。

#### 4. 新能源汽车高压设计要求

在新能源汽车中，低压通常指的就是12V电源系统的电气线路，而高压主要指的是动力电池及相关线路的电压。新能源汽车的高压具有以下特点：

1) 高压的电压一般设计都在200V以上。例如，大多数的电动汽车或混合动力汽车的动力电池电压都在280V左右。特斯拉Model S动力电池的总电压为400V，如图4-1-29所示。



图 4-1-29 特斯拉 Model S 动力电池 (总电压 400V)

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

3) 高压对绝缘的要求更高。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，因此在新能源汽车上的绝缘材料需要具有更高的绝缘性能。

4) 高压对正负极距离的要求。12V电压情况下，正负极之间的距离需要很近时才会有击穿空气的可能，但是当电压高到200V以上时，正负极之间距离很大时也可能发生击穿空气而导电，这就是我们常说的电弧。如图4-1-30所示，在300V电压下，两根导线距离10cm时就会发生击穿导电。

#### 5. 新能源汽车的安全设计内容

从以上的叙述可以看出，新能源汽车存在触电的安全隐患包括高压系统短路、高压系统绝缘故障、高压系统脱落、高压充电风险等。根据这些安全隐患以及实际的工作状况，对新能源汽车主要从以下几个方面进行设计，如图4-1-31所示。

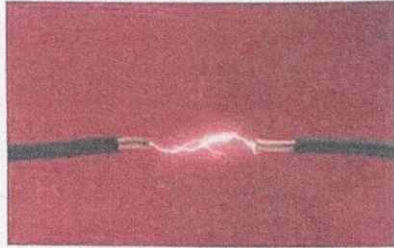


图 4-1-30 高压下产生的电弧



图 4-1-31 新能源汽车安全设计

(1) 维修安全 维修安全主要包含两方面：传统内燃机汽车的维修安全和针对新能源汽车的特殊维修安全。新能源汽车的维修安全主要是防止高压触电，因此，维修人员在高压电类型汽车进行操作之前应当保证不会有触电风险，为此大多数汽车在系统上设计有维修开关（图 4-1-32），当断开维修开关后，动力电池的高压输出立即中断。在操作上应当遵从以下流程：在断开动力电池的输出后，需等待 5min 才能接触高压部件。



图 4-1-32 电动汽车上的维修开关

(2) 碰撞安全 当车辆发生碰撞时，车辆的安全系统应当满足以下要求：碰撞过程中以及碰撞后，都要保证相关人员的人身安全。对于新能源汽车来说，除了传统汽车的相关保护要求之外，还应当满足以下要求：

1) 碰撞过程中避免乘员和行人遭受触电风险，在保证人员安全的情况下尽量保护关键零部件不受损害。

2) 碰撞后保证维护和救援人员没有触电风险。为此，有些车辆设计有如图 4-1-33 所示的电路，将惯性开关串联到高压接触器的供电回路中，当发生碰撞时惯性开关断开，从而切断高压接触器的供电电源，此时动力电池的高压输出便会被断开，保证了乘员、行人、维护和救援人员的高压安全。

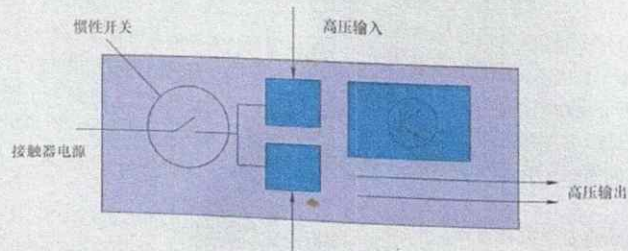


图 4-1-33 惯性开关在电路图中的位置

(3) 电气安全 新能源汽车的电气安全主要包括以下几个方面：



- 1) 防止人员接触到高压电。
- 2) 电池能量的合理分配。
- 3) 充电时的高压安全。
- 4) 行驶过程中的高压安全。
- 5) 碰撞时的电气安全。
- 6) 维修时的电气安全。

为保证新能源汽车的电气安全，有些车辆会设计有以下安全装置：

- 1) 高压零部件的接插件既可防止人员直接接触到高压，还可防水、防尘，减小高压系统出现问题的风险。高压插头的安全设计方式如图 4-1-34 所示。

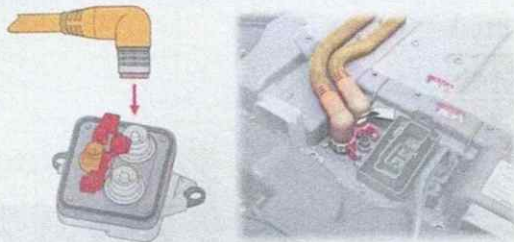


图 4-1-34 高压插头的安全设计方式

- 2) 动力电池与外部高压回路之间设计有高压接触器（图 4-1-35），以保证在驾驶人无行驶意图或充电意图时，车辆除电池内部之外的高压系统是不带高压电的。只有当驾驶人将车辆钥匙打到“Start”档或对动力电池进行充电时，接触器才可能会闭合。

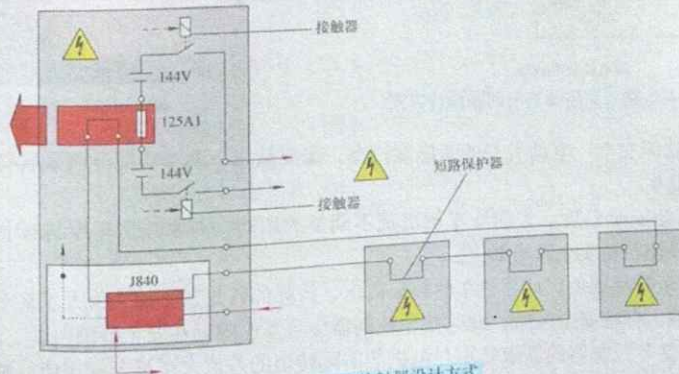


图 4-1-35 高压接触器设计方式

- 3) 高压系统中设计预充电回路（图 4-1-36）。在动力电池输出高压电之前，先通过预充电回路对电池外部的高压系统进行预充电。预充电回路主要由预充电电阻构成。由于高压零部件的高压正、负极之间设计有补偿电容，如果没有预充电电阻，那么在高压回路导通瞬间，补偿电容将会由于瞬间电流过大而烧毁。

功能安全

设计

新能源汽车  
对高电压类

关键

保护关键零

1-33 所示的  
从而切断高  
维护和救援

4) 绝缘电阻检测系统。为保证人员免遭触电风险, 高压系统应当进行绝缘电阻检测电路的设计。若绝缘电阻值过小, 整车控制器应当发送接触器断开指令。

5) 短路保护器。当高压系统出现短路等危险情况时, 为保护乘员和关键零部件, 需设计短路保护器。如果流过短路保护器的电流大于某个值, 则该保护器便会被熔断。

6) 高压互锁回路设计。当高压互锁回路断开时(表示某一高压部件的低压或高压连接断开), 此时乘员或维修人员有可能会接触到高压电从而造成触电伤害, 因此动力电池 BMS 在检测到断开信号之后应当立即断开相应的高压接触器以切断高压输出。如图 4-1-37 所示, 在橙色高压插接器上方设计的低压互锁开关, 当该低压互锁开关断开时, 系统将切断高电压。

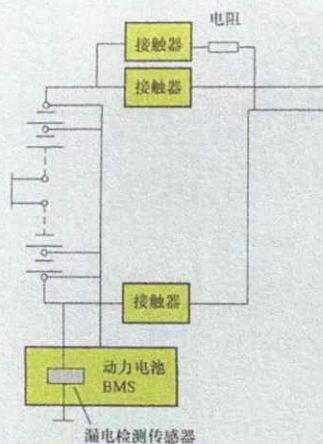


图 4-1-36 高压预充电回路设计方式



图 4-1-37 高压互锁

(4) 功能安全 电动类型的新能源汽车, 需要从以下两个功能方面采取安全设计, 避免安全隐患的发生。

1) 转矩安全管理。为防止车辆出现不期望的运动, 需要在整车控制器中加入转矩安全控制策略。具体转矩安全策略如下:

① 整车控制器负责计算整车的转矩需求, 计算的转矩需求的差值大于某个标定值时, 则被认为转矩输出存在安全风险, 此时整车控制器会将车速限制在安全范围内。

② 若整车控制器的需求转矩与电机的实际转矩的差值大于某个标定值, 则认为电机的转矩控制存在风险, 此时整车控制器将会限制电机的转矩输出。若两者差值一直过大, 则切断动力电池的动力输出。

2) 充电安全。在充电时需要防止车辆移动, 以及避免快充、慢充、行驶模式之间的冲突, 为此进行以下设计:

① 只有档位放在 P 位时才允许充电。

② 在充电过程中, 转矩需求及实际转矩输出都应当为 0。

③ 当充电枪插上时, 不允许闭合控制高压电输出的接触器。

④ 当充电回路绝缘电阻小于标准要求的阻值时, 应当停止充电并断开高压接触器。