



《新能源汽车概论》教学课件

2 认识新能源汽车高压安全



2.2 识别新能源汽车高压系统

2.2.1 新能源汽车高压系统组成

1. 新能源汽车高压系统组成

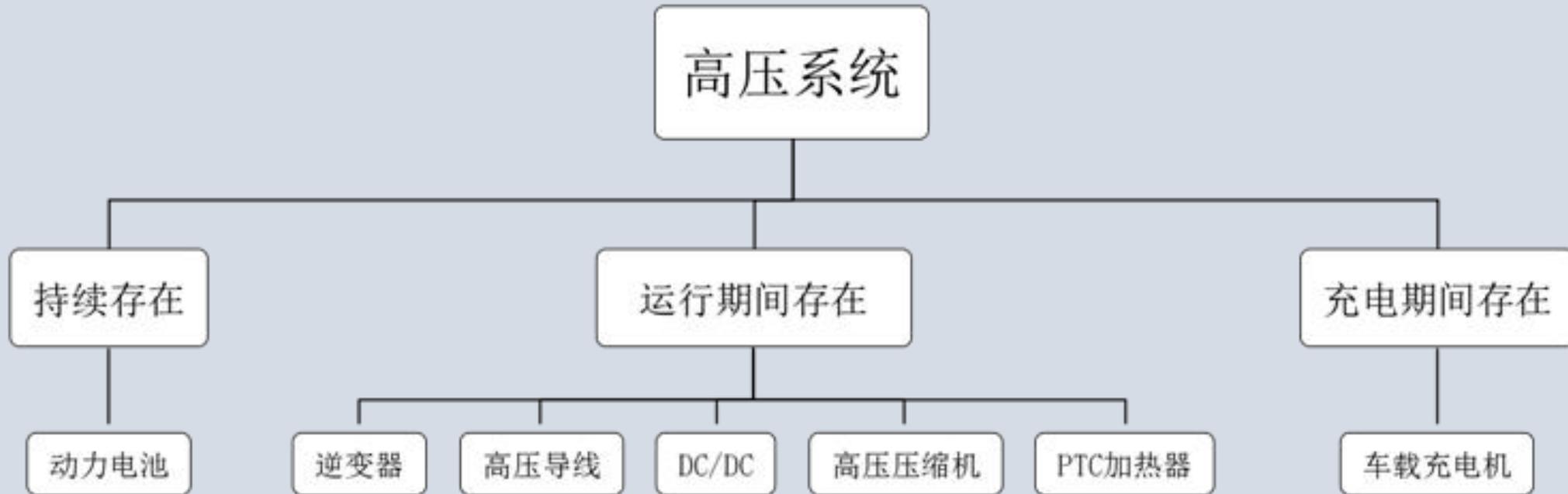
汽车高压系统部件组成有动力电池、驱动电机、高压配电箱（PDU）、电动压缩机、DC/DC、车载充电机（OBC）、PTC、高压线束等



吉利EV450前机舱

2.2.2 新能源汽车高压系统设计

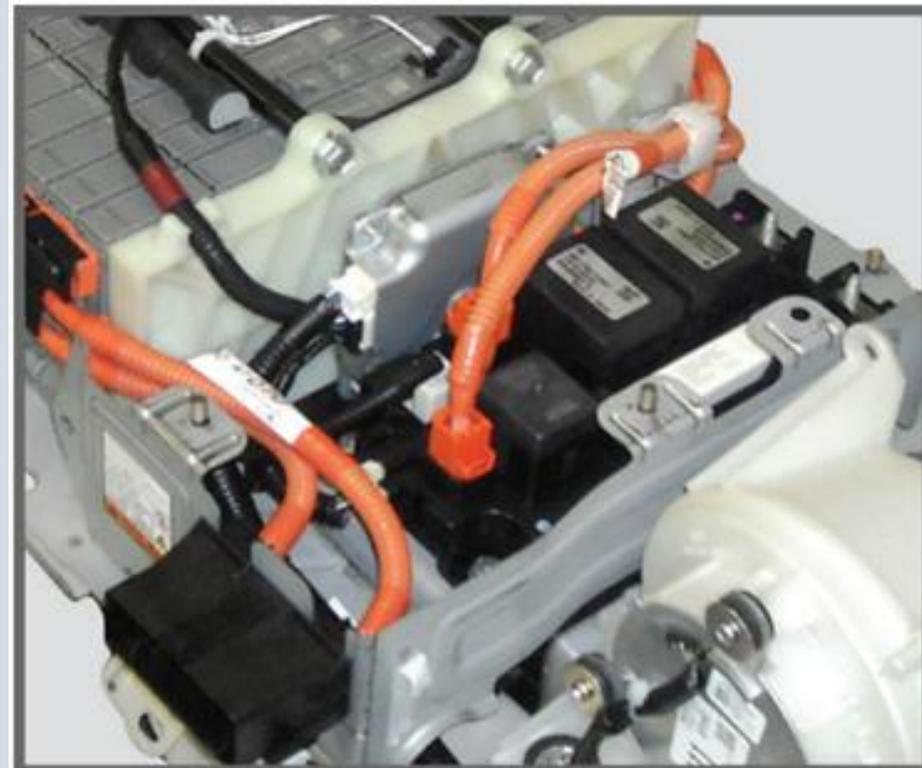
1. 新能源汽车高压存在时间



2.2.2 新能源汽车高压安全设计

2. 高压的接通与关闭

在新能源汽车中，除动力电池外，其他部件都是由整车控制单元或混合动力控制单元通过接触器控制高电压的接通与关闭的，这种类型与家庭用的设备供电一样。动力电池的电能提供形式与家庭用的外部来自电网的供电一样，无论家里的总闸是否打开与关闭，其总是有电的。而接触器所起的作用就是家用的总电源的总闸，不同的是家用的总闸是由人来控制的，新能源汽车的接触器是由电脑来控制的。



高压接触器

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

新能源汽车存在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，如图所示



2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(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，维修人员在对高电压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，



新能源汽车维修开关

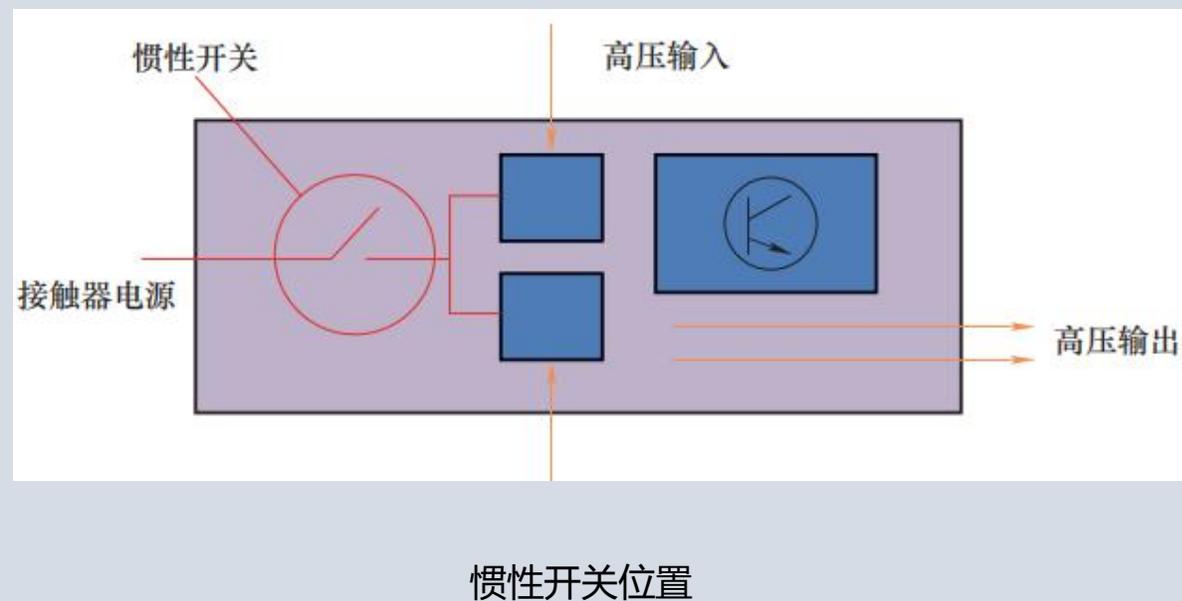
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(2) 碰撞安全

当车辆发生碰撞时，车辆的安全系统应当满足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6-42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。



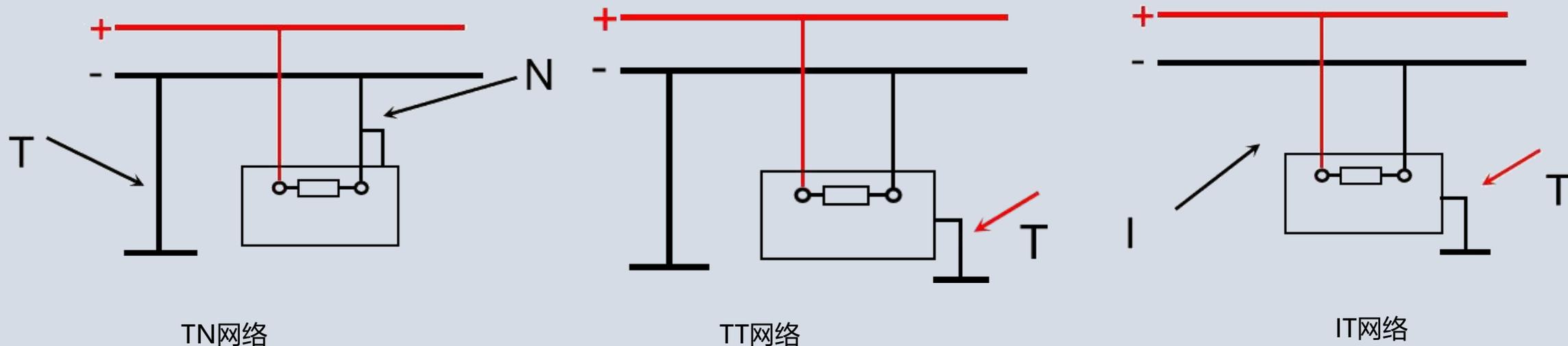
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

① 高压电气网络防护

对于电动汽车的高压部分，电气网络结构决定了从供电设备（比如动力电池）到用电器（比如电机）的电能量传输路径。下图所示为一般的电气网络结构类型



2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

a. 高压电气网络防护

表 电气网路结构说明

第一个字母（供电器）	第二个字母
是否与车身连接	壳体与车身是否连接
T是，已连接	N否，但与起保护作用的不带电搭铁线连接
I否，绝缘的	T是，以电位补偿方式（等电位）连接

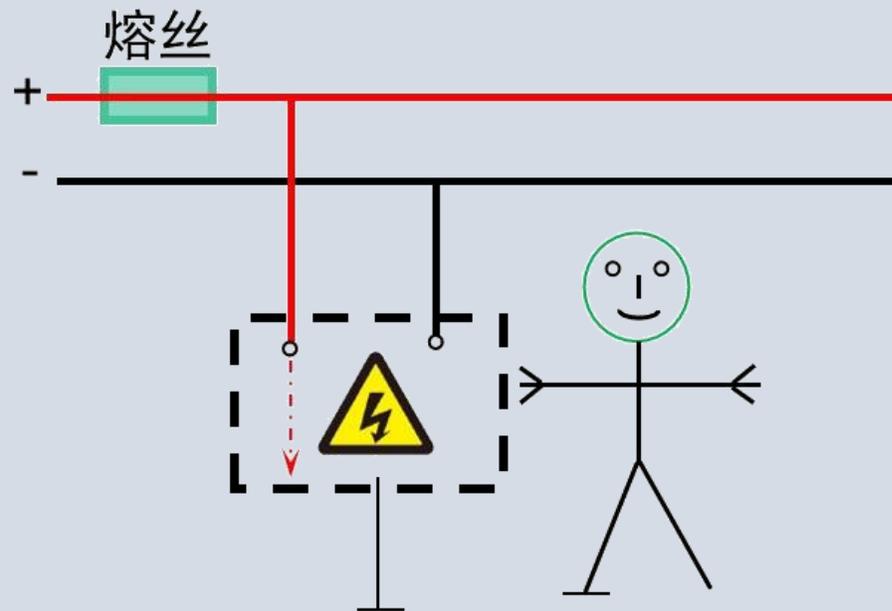
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

a. 高压电气网络防护

对于TN网络系统和TT网络系统，如果从正极壳体的导线出现故障，那么无论当前行驶状态是什么，高压系统都会立即被断电。对于IT网络系统，由于高压有单独的回路，与壳体绝缘，所以就不会有电流流经车身，而是流向动力电池的负极。IT网络系统的优点是如果从正极壳体的导线出现故障，IT网络系统会被断电，如图所示，电动汽车普遍采用IT网络



IT网络绝缘故障

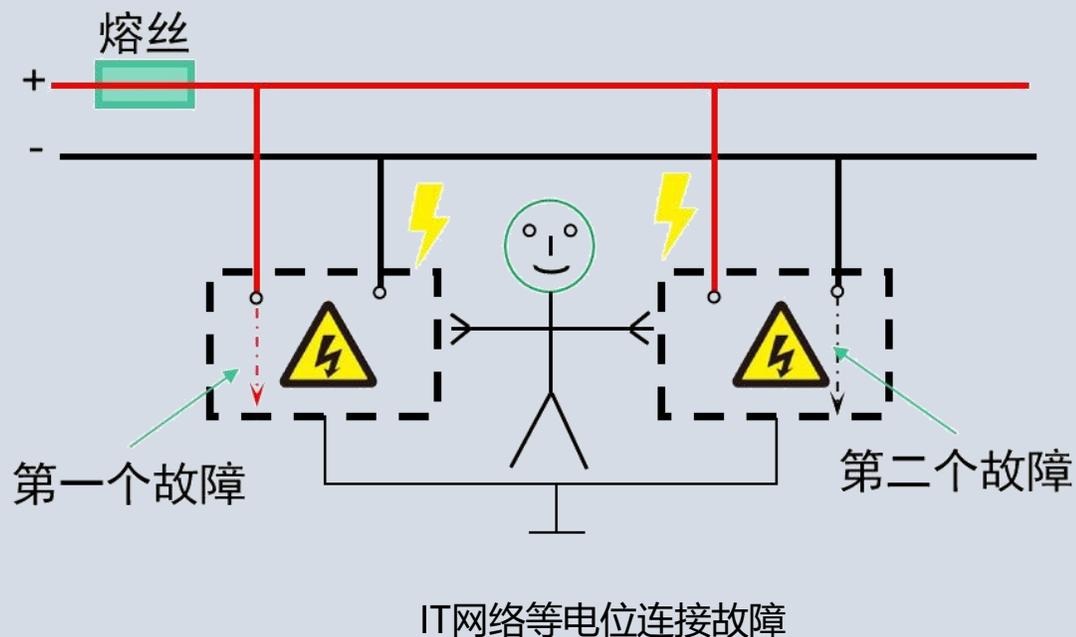
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

a. 高压电气网络防护

IT网络系统出现等电位连接故障，如图所示。第一个故障在车上出现时，即外导体和导电壳体或者地之间的绝缘故障，这意味着该导体接地了，发生此故障无安全风险，系统仍能工作，有报警信息。第二个故障出现时，即从负极到壳体的导线出现绝缘故障，此时动力电池管理系统（BMS）会将高压系统切断（断电），同时系统内会短路，功率电子装置内和维修开关内的熔丝会爆开，组合仪表上会有报警信息，高压系统无法工作，也无法重新启动。



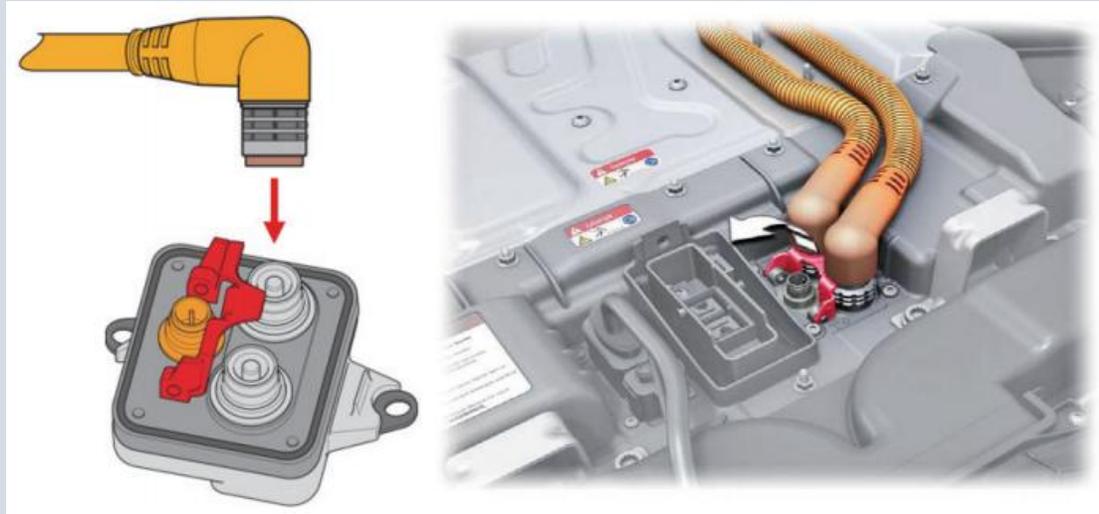
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

a. 高压电气网络防护

此外，在电气网络防护当中，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，B级电压带电部分满足GB/T 4208-2016的防护等级要求，新能源汽车高压插头的安全设计方式如图所示



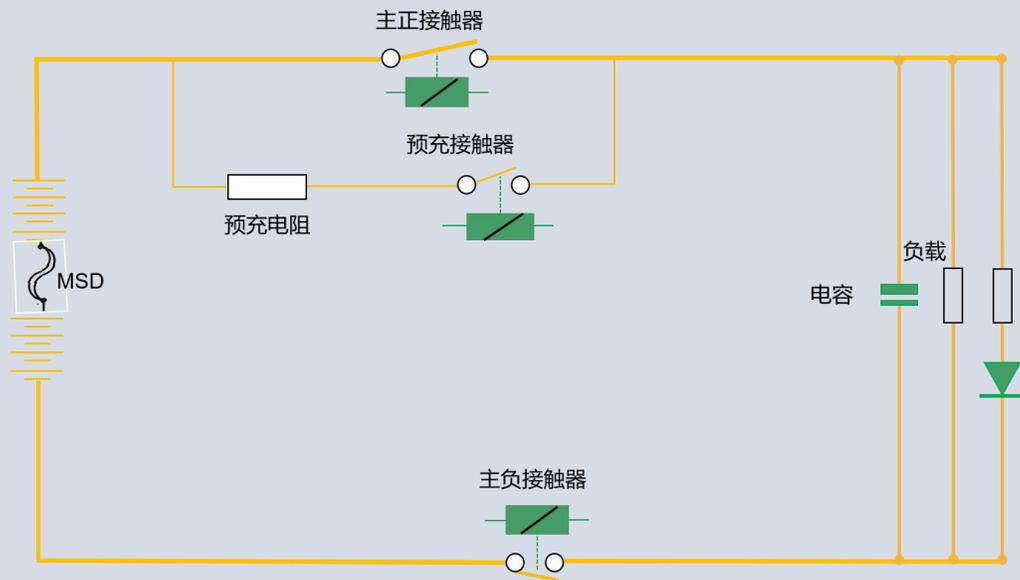
高压插头安全设计方式

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

②动力电池与外部高压回路之间设计有高压接触器（如图所示），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。



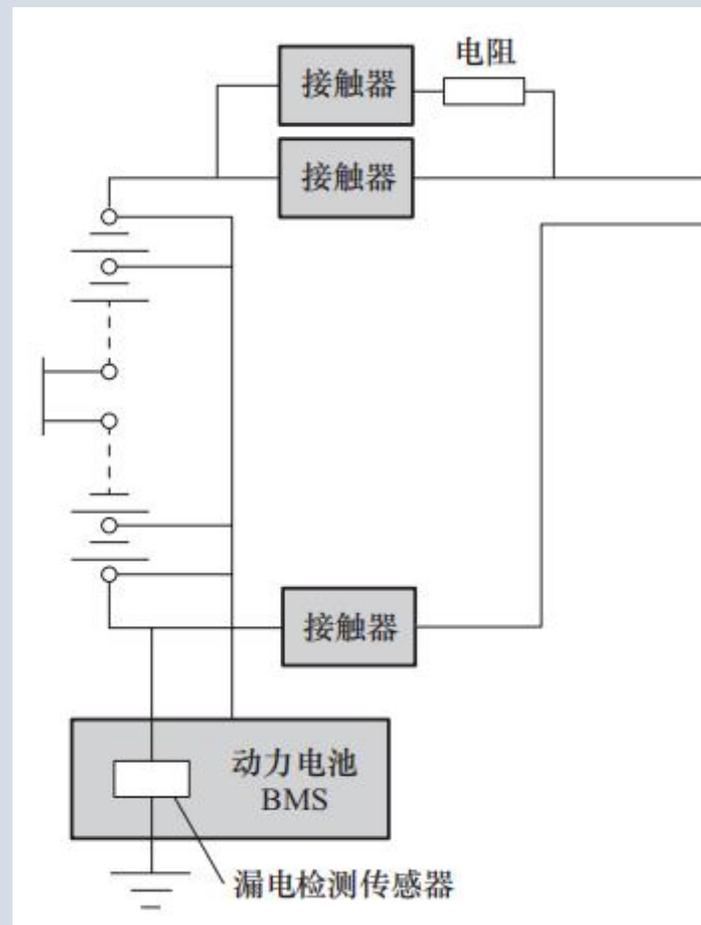
高压接触器设计方式

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

③高压系统中应当设计预充电回路，如图所示。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。



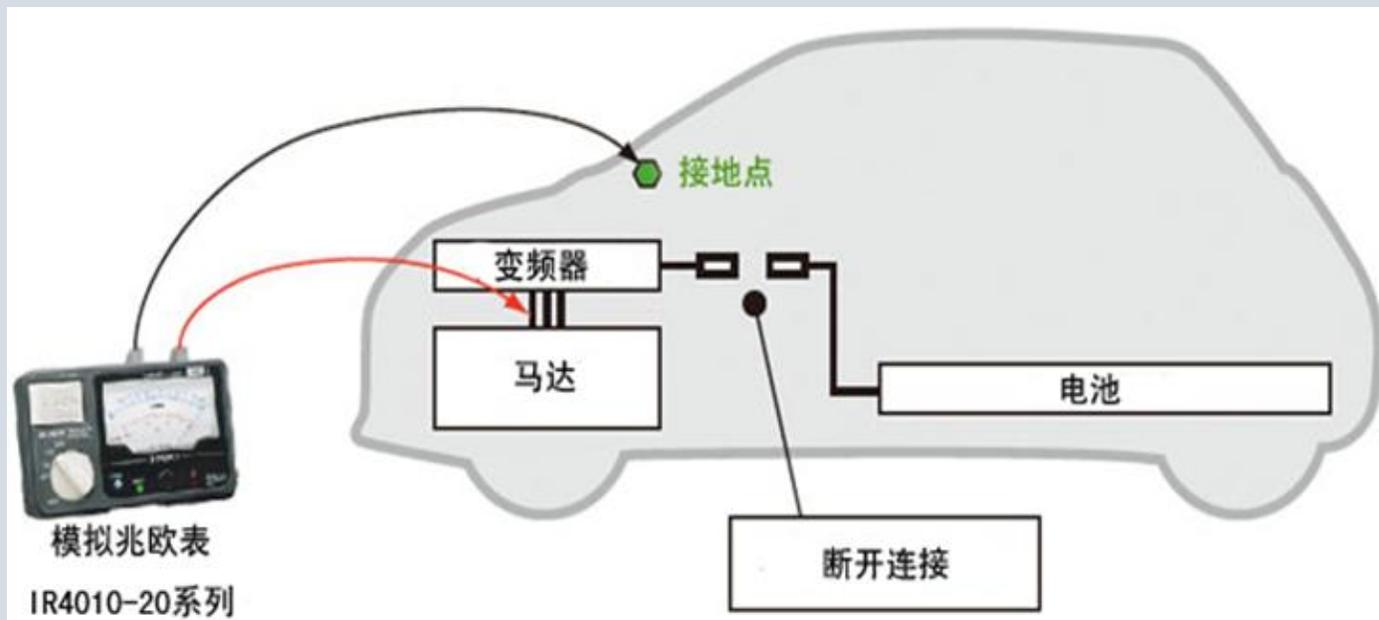
高压预充回路设计方式

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

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，如图所示为绝缘电阻检测方法。若绝缘电阻值过小，整车控制器应当发送接触器断开指令。。



绝缘电阻检测

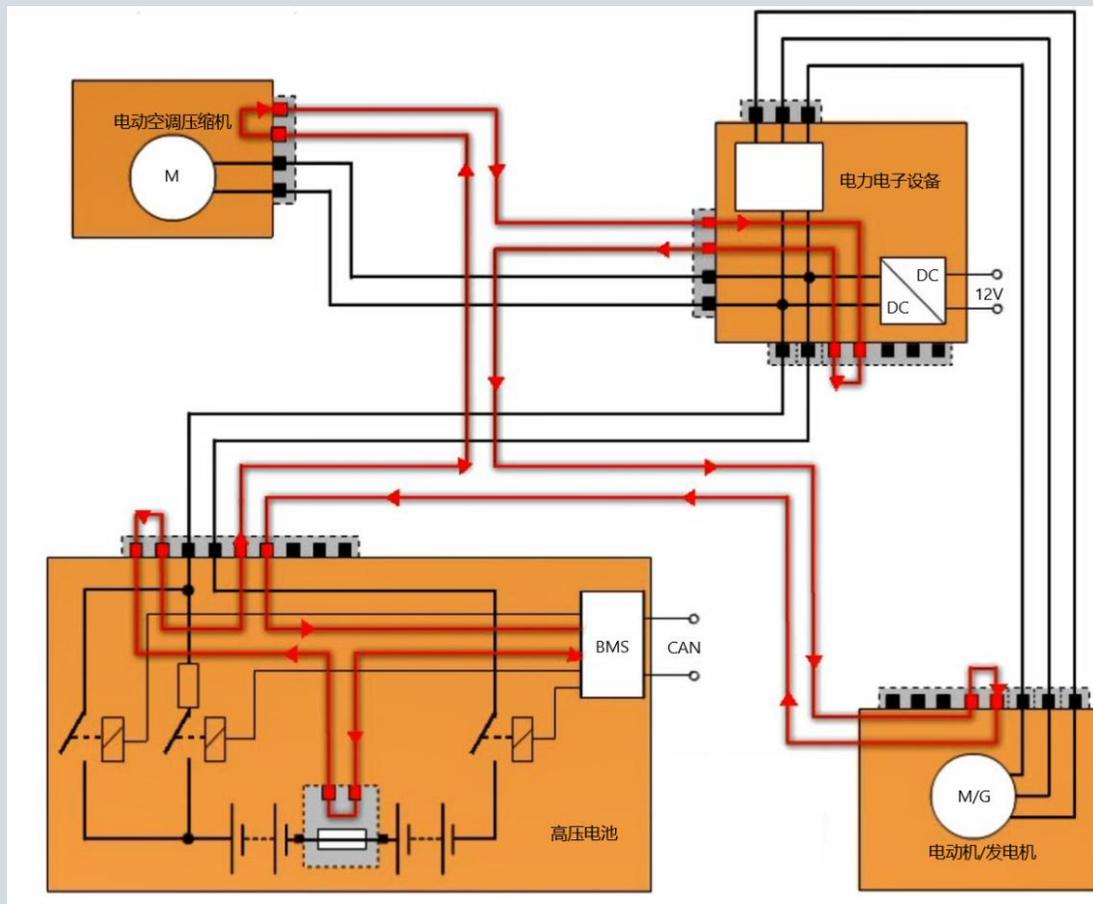
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

⑥ 高压互锁回路设计。

高压互锁回路为环形回路，如图所示。又称危险电压互锁回路（Hazardous Voltage Interlock Loop, HVIL），是指用低压电压电气信号即12V低压电来监控高电压电气网络的完整性，并能够在识别出回路异常状况时切断高压电。



高压互锁回路

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

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，因此电池管理单元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。



短路保护和互锁回路

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

⑦ 高压电缆安全

高压正极和高压负极使用各自单独的高压电缆，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，车身不用作接地（搭铁）。高压导线都制成橙色的，如图所示。



高压电缆

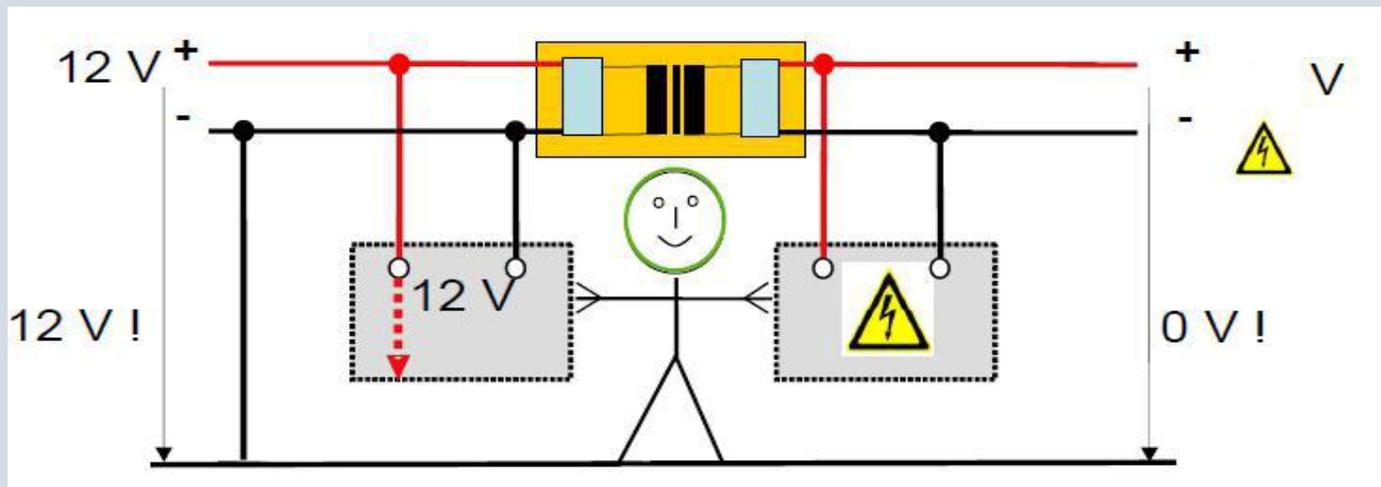
2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

⑧ DC/DC 转换器内的安全

电气分离装置会将DC/DC转换器的初级线圈和次级线圈分离开，如图所示。与车身搭铁的连接仍是接在12V车载供电网络上。因此，初级线圈和次级线圈之间就不会有电压了。



DC/DC转换器内的安全防护

2.2.2 新能源汽车高压安全设计

3. 新能源汽车的安全设计

(3) 电气安全

⑨ 电容器放电

在电机控制器或功率电子装置内安装有电容器，电容器具有放电作用。通过放电可以消除功率电子装置内电容器上的残余电压。

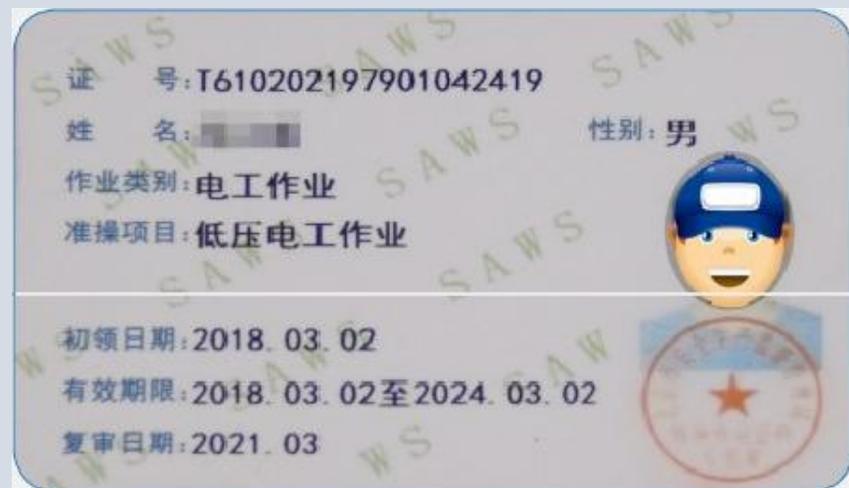
主动放电是由蓄电池管理系统来操控的，每次切断高压系统或者中断控制线，都会发生这种主动放电过程。被动放电是为了保证，即使在已把部件拆卸下的情况下，也可以把残余电压消除掉。

2.2.3 新能源汽车安全操作

1. 对操作人员的要求

(1) 新能源汽车维修操作人员

- 1) 必须持证上岗，具备国家安监局颁发的《特种作业操作证（低压电工证）》
- 2) 维修电新能源汽车的人员必须参加过厂家培训，经过授权检修有高压系统的车辆工作，并负责给车辆作标志和工作场所的防护
- 3) 维修高压部件之前必须断开低压蓄电池负极，并进行高压切断。





新能源汽车安全操作

2. 新能源汽车高压防护工具



高压警示标识



防护栏



绝缘测试仪



绝缘工具



绝缘垫

绝缘胶带



护目镜



安全帽



绝缘鞋



绝缘手套

2.2.3 新能源汽车安全操作

3. 高压断电操作程序

拆解维修高压系统前，必须首先执行高压断电流程。高压断电操作程序如下：

- 1.两名工作人员：一人操作，一人监督，持证上岗。
- 2.车辆周围设置安全隔离，并设置安全警示牌；
- 3.查看并穿戴个人安全防护用品；
- 4.查看并调校设备仪器；
- 5.闭点火开关，等待5min，拆下低压蓄电池负极搭铁线；
- 6.下高压维修插头，并在插座处悬挂/张贴“禁止合闸”标识；
- 6.高压维修插头锁入柜内，钥匙随身携带；
- 8.动力电池的高压导线线束插接器；
- 9.万用表测量动力电池侧及用电器的母线电压是否有微小电压，对存在危险电压的情况，使用专用设备放电后再次验电；
10. 进行后续操作。