



项目五 新能源汽车高压系统的安全检测



任务1 新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

学习目标

1.素质目标

- 1) 通过查阅维修手册，提升学生快速检索资料的能力。
- 2) 通过高压线束的拆装与检测，让学生树立安全第一的意识。
- 3) 操作过程中学生互评、相互纠错，培养学生精益求精的工匠精神。

2.知识目标

- 1) 能够描述国家标准中对高压线束的安全要求。
- 2) 能够总结新能源汽车高压线束的绝缘检测方法。

3.能力目标

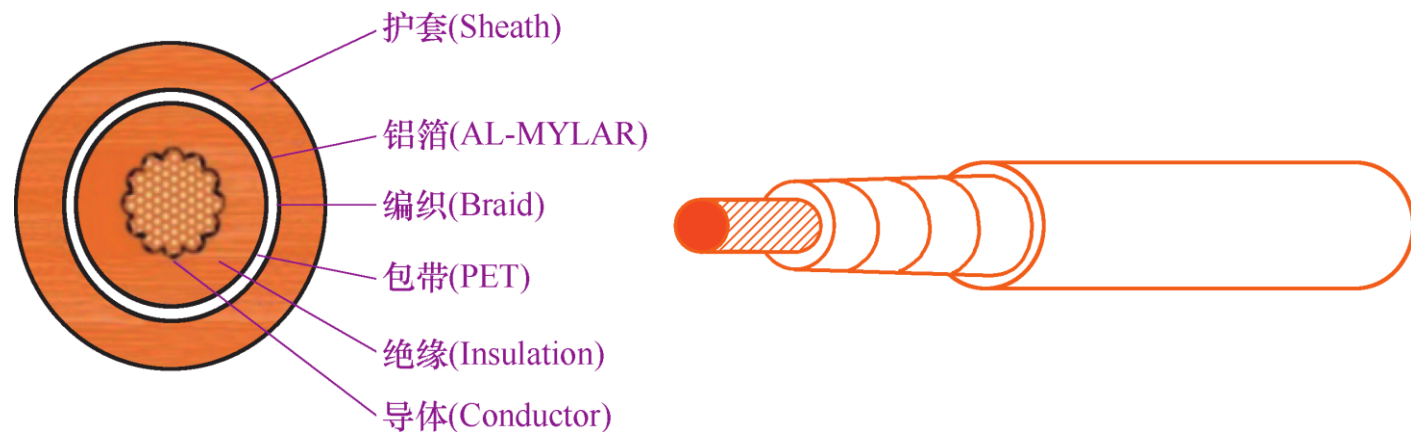
- 1) 能够在作业前做好高压操作安全防护，以小组合作的形式，查阅维修手册、规范地拆卸吉利 EV450 电动汽车电机控制器高压线束。
- 2) 能够在作业过程中立即对拆卸的高压线束进行绝缘包扎防护。
- 3) 正确选用检测工具测量高压线束的导通性、绝缘性，记录并判断是否存在故障。
- 4) 能查阅维修手册，规范地安装吉利 EV450 电动汽车电机控制器高压线束，并验证车辆上电状态。

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

一、高压线束的设计要求

1. 高压线束的结构

新能源汽车高压线束相较于传统汽车线束而言，其基本组成部分大致上是相同的。一根合格的高压线束由内部导体、绝缘、护套、屏蔽、铝箔、包带、填充物等组成。



高压线束的结构

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

一、高压线束的设计要求

2. 高压线束的特点

高电压

大电流

耐热性

绝缘性

自屏蔽性

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

一、高压线束的设计要求

3. 高压插接器

高压插接器的作用是保证线缆与用电设备能够便捷可靠地连接与拆卸。在新能源汽车高压系统中，往往会用到大量的高压插接器。目前，国内新能源汽车高压插接器的发展已经经历了 4 代。



第1代高压插接器



第2代高压插接器



第3代高压插接器



第4代高压插接器

一、高压线束的设计要求

3. 高压插接器

高压插接器作为高压线束的核心部件，其特点与高压线束大部分一致，其中以下特点较为突出：

- 1) 耐压性：满足爬电距离和电器间隙要求，满足 AC 750V 额定电压要求。
- 2) 安全性：具有高压互锁功能。
- 3) IP 防护等级：所有的高压插件的防护等级要求在 IP67以上。

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

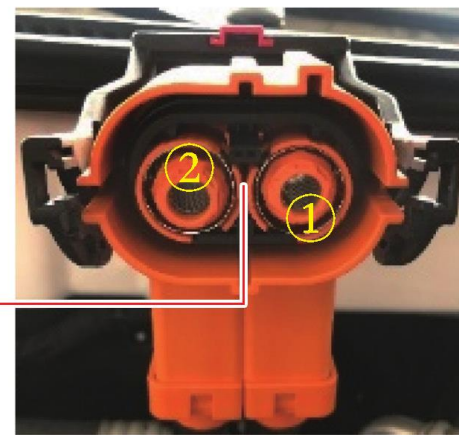
一、高压线束的设计要求

4. 高压线束的安全检测

1) 车辆用高压线束需要具备耐老化、高阻燃性、耐磨损等性能，不得出现裂痕、导体暴露等故障。

2) 在各高压线束外观状态良好的前提下，需要保证其内部线路的导通和绝缘性能良好。

接车身



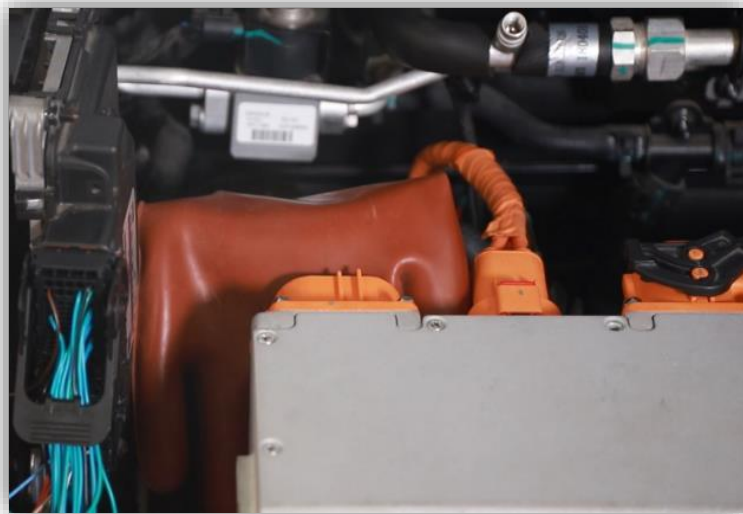
高压线束绝缘检测

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

1. 准备工作

参照项目三任务四进行高压断电处理，关闭钥匙开关，断开辅助蓄电池负极连接，拆卸维修开关，拔下动力蓄电池高低压插件，并做好绝缘防护。



新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

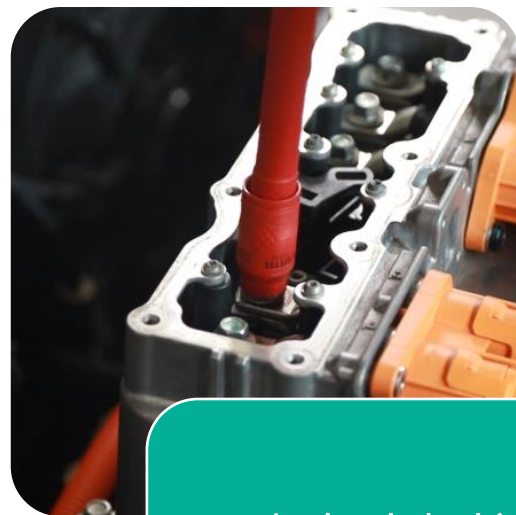
2. 吉利 EV450 电动汽车电机控制器线束的拆卸



1) 正确选用工具,对
角交叉拆卸电机控
制器高压部件盖板 8
个固定螺栓,取下
电机控制器盖板。



2) 拆卸电机控制器
高压线束插接器
(电机控制器侧)
两个固定螺栓。



3) 拆卸电机控制器
高压线束端子 (电
机控制器侧) 两个
固定螺栓。

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

2. 吉利 EV450 电动汽车电机控制器线束的拆卸



4) 取下电机控制器高压线束插接器（电机控制器侧）。



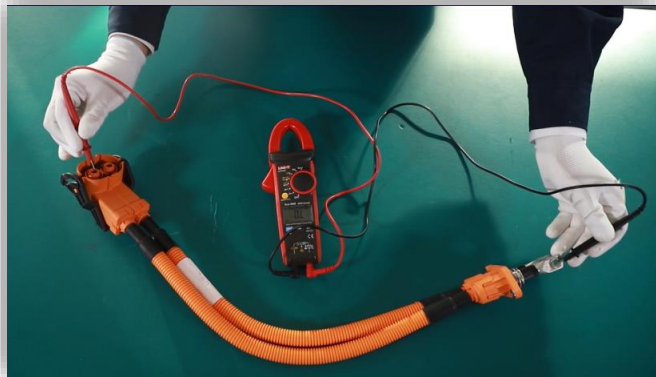
5) 使用绝缘胶带将高压线束裸露的金属部分做好绝缘防护，取出电机控制器高压线束。

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

3. 吉利 EV450 电动汽车电机控制器线束的安全检测

- 1) 线束外观检查：□ 正常 □ 脏污 □ 破损。
- 2) 线束导通性测试：使用万用表测量电机控制器高压线束两侧电阻值，标准值小于 1Ω ；



线束导通性测试

- 3) 线束绝缘性测试：将绝缘电阻测试仪量程选至 $1000V$ ，测量电机控制器高压线束至线束外壳绝缘电阻值，标准值 $\geq 20M\Omega$ 。

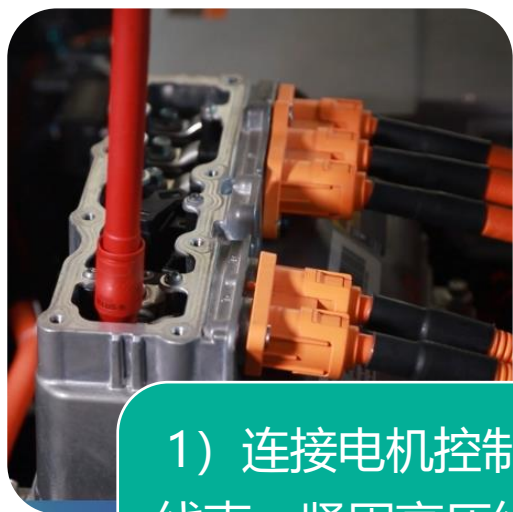


线束绝缘性测试

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

4. 吉利 EV450 电动汽车电机控制器线束的安装



1) 连接电机控制器线束，紧固高压线束（电机控制器侧）两个固定螺栓；查阅维修手册，螺栓紧固力矩为 $23\text{N}\cdot\text{m}$ 。



2) 紧固高压线束端子（电机控制器侧）两个固定螺栓；查阅维修手册，螺栓紧固力矩为 $7\text{N}\cdot\text{m}$ 。



3) 放置电机控制器盖板，紧固电机控制器上盖 8 个固定螺栓；查阅维修手册，螺栓紧固力矩为 $9\text{N}\cdot\text{m}$ 。

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

4. 吉利 EV450 电动汽车电机控制器线束的安装



4) 安装电机控制器高压线束插接器（分线盒侧）。



5) 连接直流母线。



6) 连接动力蓄电池高、低压插件，连接辅助蓄电池负极。

新能源汽车高压线束的安全拆装与检测

二、吉利 EV450 电动汽车高压线束的拆装与检测

5. 车辆上电检验

车辆上电，检验 READY 灯是否正常亮，使用诊断仪读取故障码。



车辆上电检验

任务2 新能源汽车高压部件的 安全拆装与检测

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

学习目标

1.素质目标

- 1) 通过查阅维修手册，提升学生快速检索资料的能力。
- 2) 通过高压部件的拆装与检测，树立学生的职业规范性。
- 3) 实践操作中学生互评、相互纠错，促使学生根据评分表自我反思总结。

2.知识目标

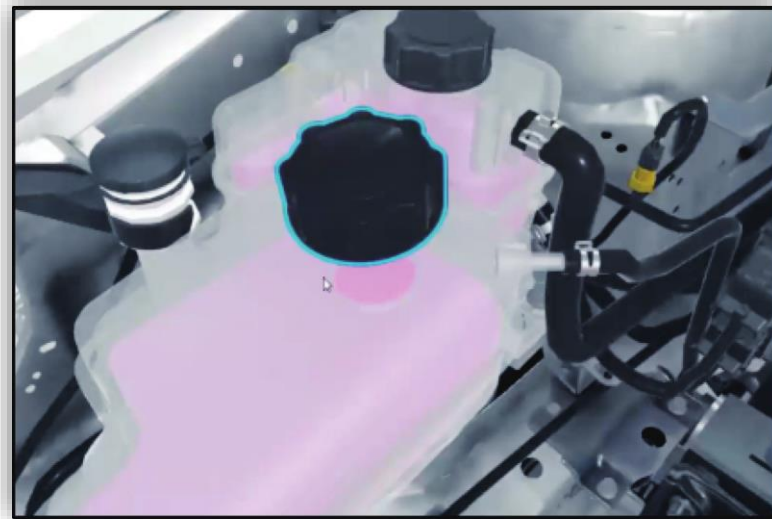
- 1) 能够说出新能源汽车高压部件绝缘检测的意义。
- 2) 能够总结新能源汽车高压部件绝缘检测方法。

2.能力目标

- 1) 能够在作业前做好高压操作安全防护，以小组合作的形式，查阅维修手册，规范拆卸吉利 EV450 电动汽车电机控制器。
- 2) 能够正确选用检测工具测量吉利 EV450 电动汽车电机控制器的绝缘性，记录并判断是否存在故障。
- 3) 能够查阅维修手册并规范地安装吉利EV450电动汽车电机控制器、验证车辆上电状态。

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

- 1) 参照项目三任务四进行高压断电处理，关闭钥匙开关，断开辅助蓄电池负极连接，拆卸维修开关，拔下动力蓄电池高、低压插件，并做好绝缘防护。
- 2) 拆卸电机冷却液膨胀水箱上盖。

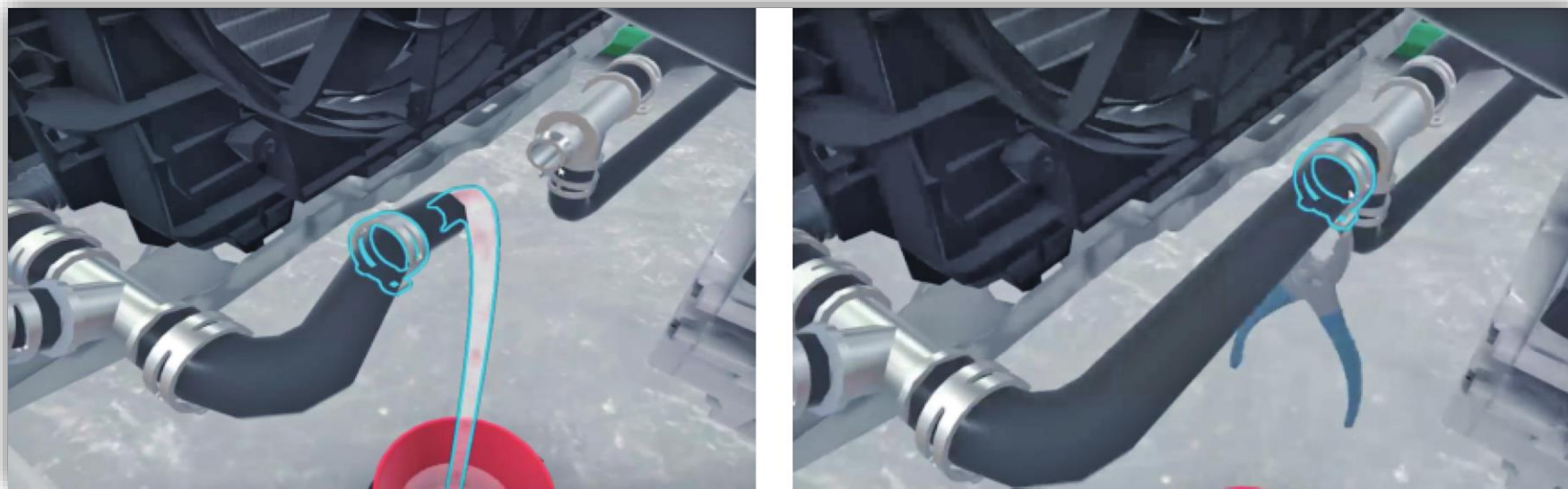


吉利 EV450 电动汽车电机
冷却液膨胀水箱上盖

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

3) 举升车辆，使用鲤鱼钳拆卸散热器 出水管，将电机冷却液放置于专用装置内；
放置完毕后，安装散热器水管。

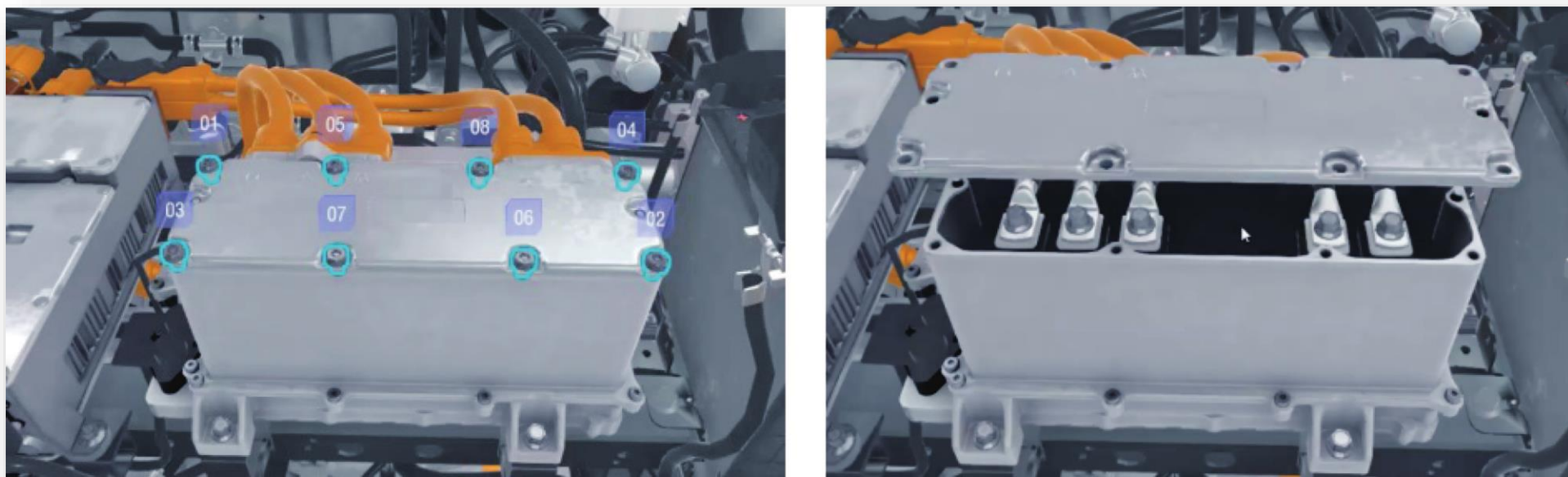


吉利 EV450 电动汽车散热器水管

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

4) 下降举升机，使用 TX30 花型旋具套筒工具拆卸电机控制器上盖 8 个固定螺栓，螺栓拆卸顺序为由外向内交叉拆卸。拆完固定螺栓后，拆卸电机控制器上盖。



拆卸电机控制器上盖

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

5) 使用 TX30 花型旋具套筒工具拆卸驱动电机三相线束插接器、电机控制器高压线束插接器固定螺栓。



拆卸插接器固定螺栓

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

6) 使用中号 10mm 内六角套筒工具拆卸驱动电机三相线束 3 个固定螺栓、电机控制器高压线束两个固定螺栓。

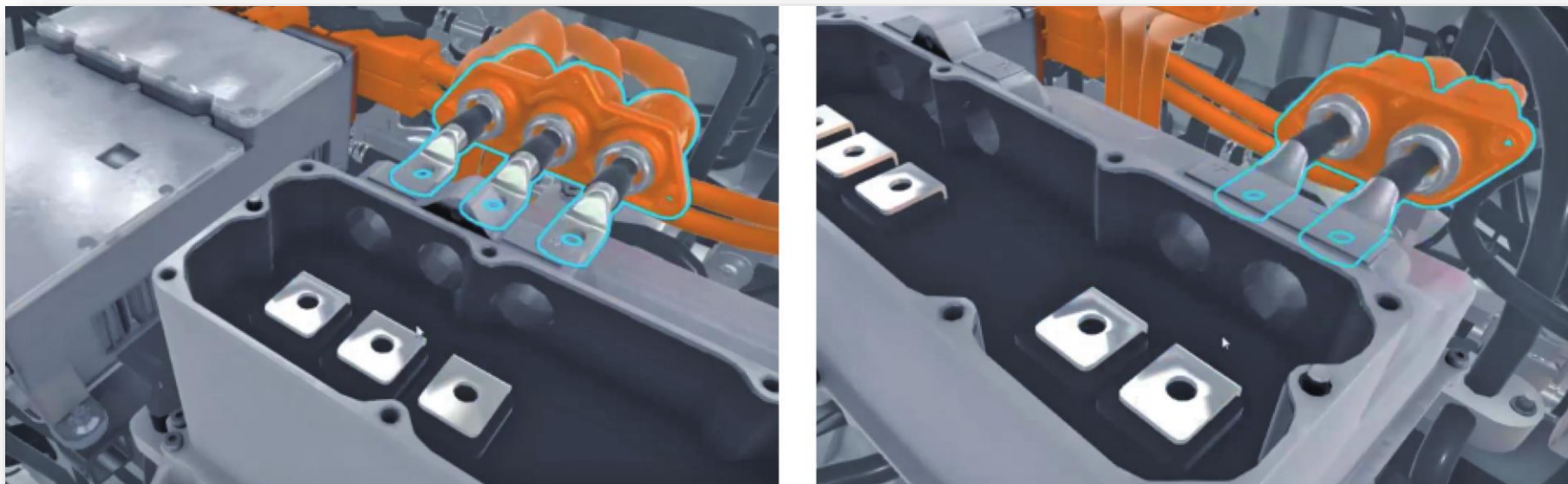
① 电机控制器线束、驱动电机三相线束断路检测。将绝缘电阻测试仪量程选至 1000V，测量电机控制器驱动电机三相线束 U 脚与车身接地绝缘电阻值，标准 $\geq 20\text{k}\Omega$ ；测量电机控制器驱动电机三相线束 V 脚与车身接地绝缘电阻值，标准 $\geq 20\text{k}\Omega$ ；测量电机控制器驱动电机三相线束 W 脚与车身接地壳体绝缘电阻值，标准值 $\geq 20\text{k}\Omega$ ；测量电机控制器高压线束正极与车身接地绝缘电阻值，标准值 $\geq 20\text{k}\Omega$ ；测量电机控制器高压线束负极与车身接地绝缘电阻值，标准值 $\geq 20\text{k}\Omega$ 。

② 电机控制器接地电阻检查。将接地电阻测试仪量程选至 20Ω ，测量电机控制器接地线束接地电阻值，标准值 $< 1\Omega$ 。

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

7) 取出驱动电机三相线束、电机控制器高压线束，立即对脱开的高压线束进行绝缘包扎。

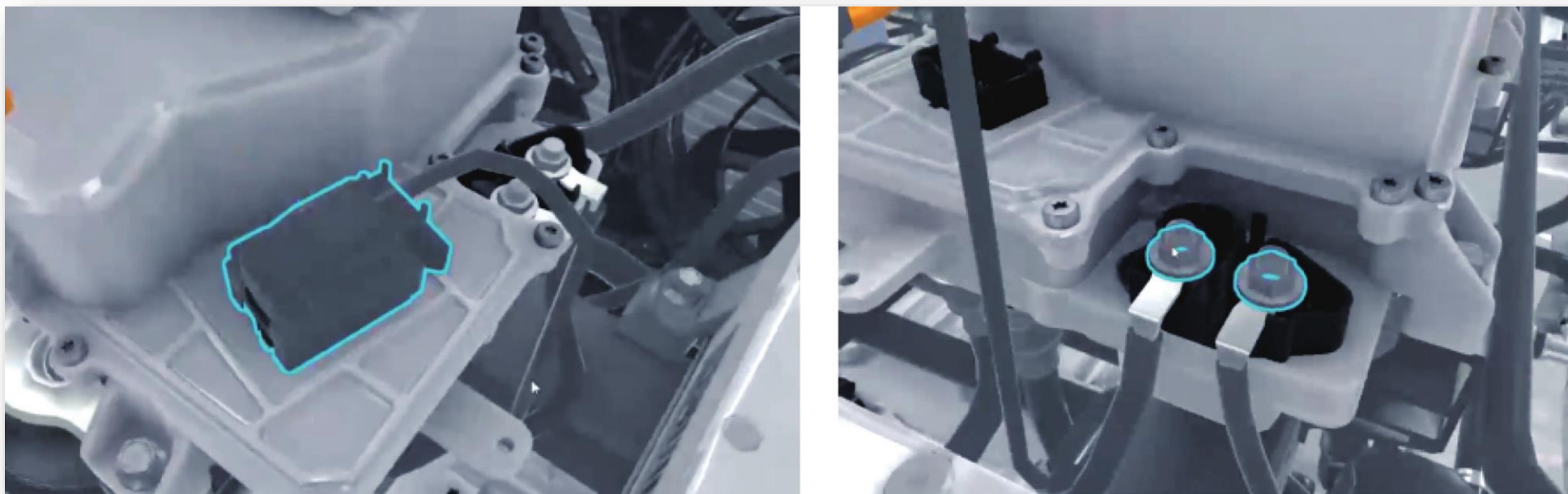


取出高压线束

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

8) 拆卸电机控制器低压插接器；取下电机控制器搭铁防尘盖，使用中号 13mm 内六角套筒工具拆卸电机控制器搭铁固定螺母，脱开搭铁线束。



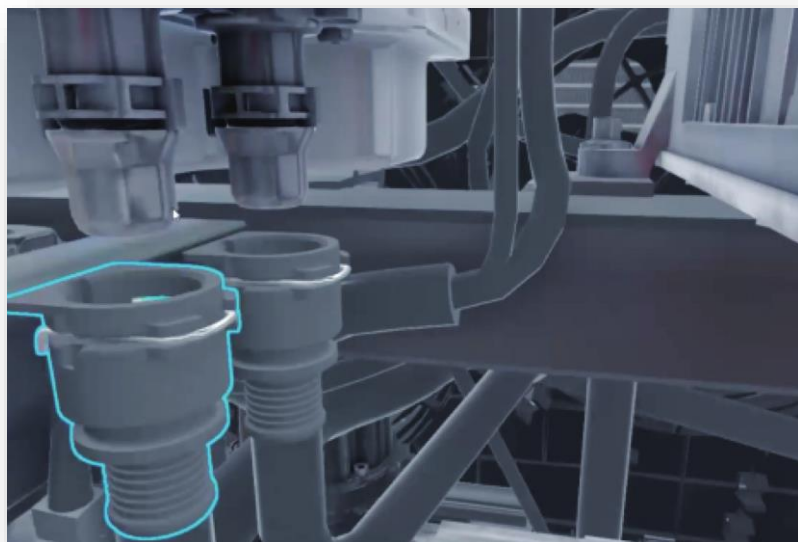
脱开搭铁线束

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

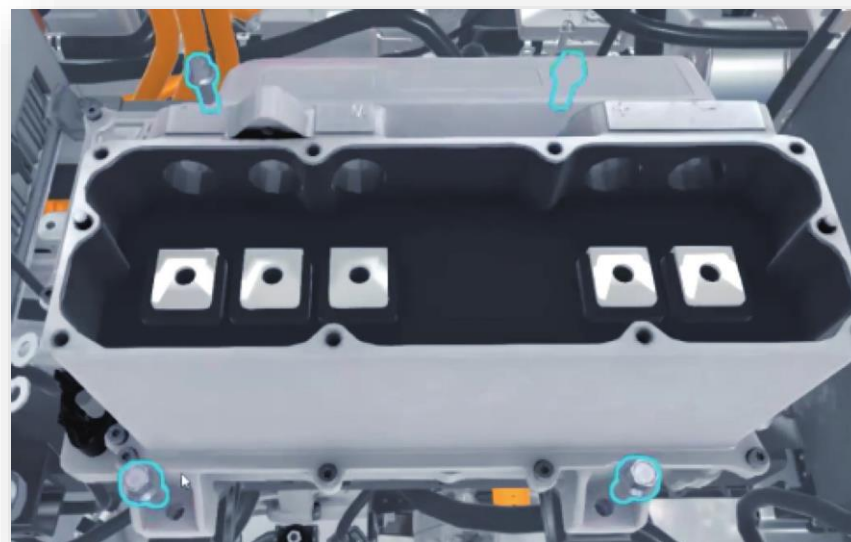
一、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的拆卸与检测

9) 使用卡簧钳工具拆卸电机控制器进水管、出水管。注意：水管脱开前在车辆底部放置容器，接住防冻液，以免污染地面。

10) 使用中号 10mm 内六角套筒工具对角拆卸电机控制器 4 个固定螺栓，取下电机控制器总成。



脱开水管



拆卸电机控制器固定螺栓

二、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的安装与检测

1) 电机控制器外观检查：□ 正常 □ 脏污 □ 破损。

2) 电机控制器绝缘性检查。将绝缘电阻测试仪量程选至 1000V，测量电机控制器驱动电机三相线束 U 脚与电机控制器壳体绝缘电阻值，标准值 ∞ ；测量电机控制器驱动电机三相线束 V 脚与电机控制器壳体绝缘电阻值，标准值 ∞ ；测量电机控制器驱动电机三相线束 W 脚与电机控制器壳体绝缘电阻值，标准值 ∞ ；测量电机控制器高压线束正极与电机控制器壳体绝缘电阻值，标准值 ∞ ；测量电机控制器高压线束负极与电机控制器壳体绝缘电阻值，标准值 ∞ 。

二、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的安装与检测

- 3) 将电机控制器正确放置在固定底座。
- 4) 紧固电机控制器 4 个固定螺栓，查阅维修手册，紧固力矩为 $22\text{N}\cdot\text{m}$ 。
- 5) 连接电机控制器进水管、出水管。
- 6) 连接两根搭铁线，盖上防尘盖。
- 7) 紧固驱动电机三相线束 3 个固定螺栓、电机控制器高压线束 2 个固定螺栓，查阅维修手册，紧固力矩为 $23\text{N}\cdot\text{m}$ 。

二、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的安装与检测

8) 紧固驱动电机三相线束插接器 3 个固定螺栓、电机控制器高压插接器线束 2 个固定螺栓，查阅维修手册，紧固力矩为 $7\text{N}\cdot\text{m}$ 。驱动电机三相线束绕组短路检查，接地电阻测试仪选择电阻 20Ω ，测量三相线束 U 脚 -V 脚电阻，以实测值为准；测量三相线束 V 脚 -W 脚电阻，以实测值为准；测量三相线束 W 脚 -U 脚电阻，以实测值为准。

9) 安装电机控制器上盖，紧固电机控制器上盖 8 个螺栓，查阅维修手册，紧固力矩为 $9\text{N}\cdot\text{m}$ 。

二、吉利 EV450 电动汽车电机控制器的安装与检测

- 10) 连接电机控制器低压插件。
- 11) 加注电机控制器冷却液至合适液位。
- 12) 连接直流母线。
- 13) 连接动力蓄电池高压、低压插接器。
- 14) 连接辅助蓄电池负极。

新能源汽车高压部件的安全拆装与检测

三、车辆上电检验

车辆上电，检验 READY 灯是否正常亮，使用诊断仪读取故障码。



车辆上电检验

任务3 新能源汽车绝缘故障排查

新能源汽车绝缘故障排查

学习目标

1.素质目标

- 1) 通过制订诊断流程，提升学生的逻辑思维能力。
- 2) 通过绝缘故障排查实践操作，树立安全第一意识。
- 3) 通过课后制作不同车型的诊断流程，提高学生的知识迁移能力。

2.知识目标

- 1) 能够说出新能源汽车高压部件绝缘检测的意义。
- 2) 能够总结新能源汽车高压部件绝缘检测的方法。
- 3) 能够描述不同工况下新能源汽车绝缘故障的处理办法。

3.能力目标

- 1) 能够制订新能源汽车绝缘故障诊断流程。
- 2) 能够在作业前做好高压安全防护，规范完成车辆高压断电操作。
- 3) 能够以小组合作的形式，根据制订的故障诊断流程进行新能源汽车绝缘故障诊断。

新能源汽车绝缘故障排查

一、绝缘故障的检测

新能源汽车的电路要比传统汽车复杂，且由于汽车使用环境恶劣，因振动、冲击、气候冷热交替以及动力蓄电池腐蚀性液体、气体等的影响，其强电部分（如动力蓄电池组、电机控制器、驱动电机以及车载充电器等部件）与车体之间的绝缘容易出现损伤和破坏，会使其绝缘性能下降。为保证新能源汽车的安全运行，整车必须设计有绝缘监控系统。该系统位于动力蓄电池包内部，分别检测高压电路正极、负极的对地（车架）的绝缘值。

对于新能源汽车高压系统来说，高压系统中所有零部件（如电机控制器、车载充电机、高压控制盒、驱动电机等）与动力蓄电池是并联关系。因此，如果高压系统中任何一个零部件发生绝缘故障，均可通过测量动力蓄电池正、负极对地绝缘电阻值检测出。

二、新能源汽车绝缘故障报警的实现

新能源汽车存在高压部件，为防止绝缘失效造成的人身安全隐患，车辆设置有对整车高压部件绝缘电阻的监控装置，一般通过蓄电池控制系统检测绝缘功能。当检测到绝缘电阻低于设定的阈值时，蓄电池控制系统将对应的绝缘故障码上报给上位机，整车上电则由组合仪表来进行故障码显示和故障灯报警，确认为绝缘故障。当车辆出现绝缘故障后，必须马上进行故障排查，以免出现人身安全事故。

新能源汽车绝缘故障排查

当北汽 EV200 电动汽车发生绝缘故障后，起动车辆会听到嘀嘀嘀的报警声，READY灯不亮；仪表盘上文字提示区域交替显示绝缘故障、动力蓄电池故障；系统警告故障灯、动力蓄电池切断故障指示灯、充电故障指示灯点亮；中控屏闪烁显示“中度故障，请立即停车，与车辆授权服务商联系”；换挡旋钮旋至 D 位，车辆无法行驶。

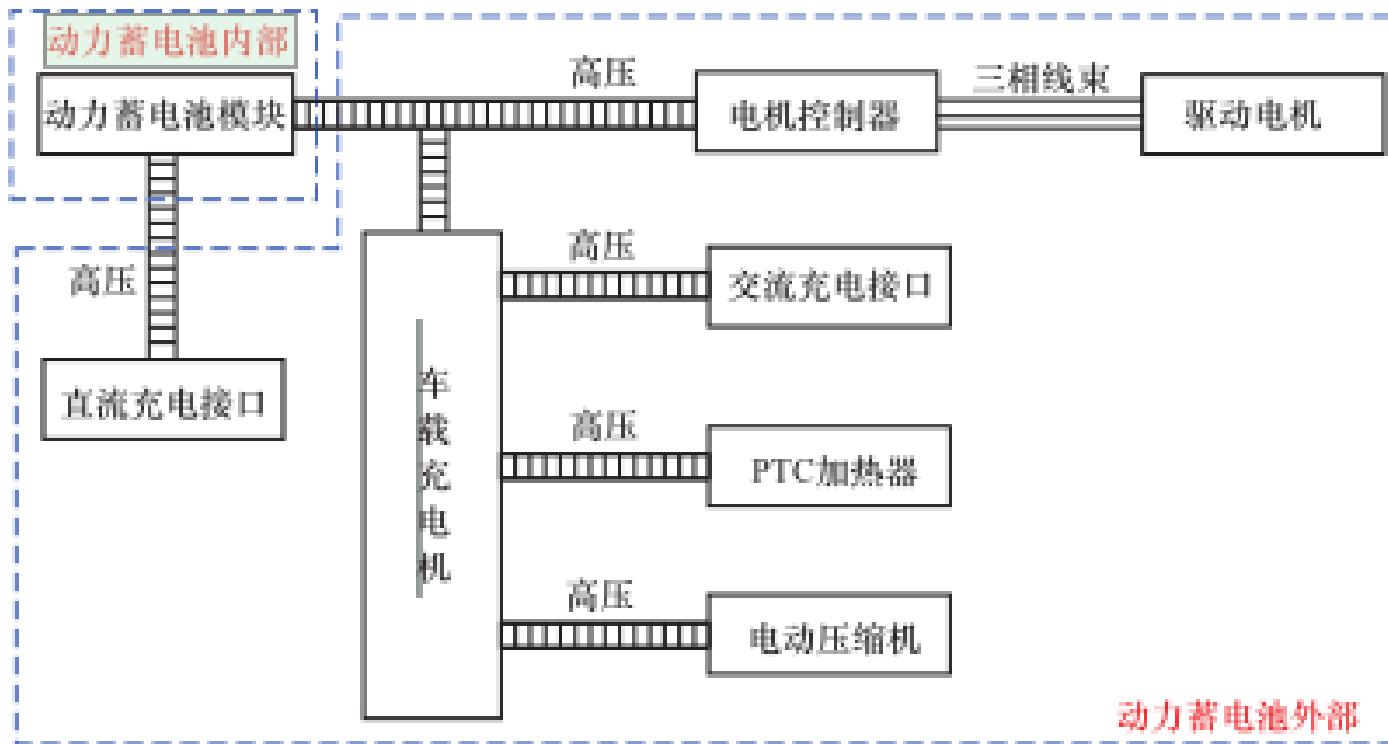


绝缘故障报警

新能源汽车绝缘故障排查

三、新能源汽车绝缘故障的原因

以吉利 EV450 电动汽车为例，如图所示，整车高压系统分为两个部分，一部分为动力蓄电池内部的高压系统，包括动力蓄电池模组、配电铜排、高压检测回路、配电盒等零部件；另一部分为动力蓄电池外部的高压系统，包括车载充电器分线盒、驱动电机、电机控制器，PTC 加热器、电动压缩机等。



吉利 EV450 电动汽车高压系统

三、新能源汽车绝缘故障的原因

1. 动力蓄电池内部发生绝缘故障的原因

1) 电解液泄漏、外部液体侵入、绝缘层被破坏等因素会造成动力蓄电池模组或单体出现异常的导电回路而导致绝缘故障。此类故障发生后可能会造成较严重的后果，如启动烧蚀、模块内单体短路等故障。

2) 蓄电池管理单元有大量线缆通过插接器接入，若出现凝露或电金属迁移等，容易在内部产生各种潜在导通路径，出现绝缘故障。

3) 蓄电池模组内部由于振动、冲击等导致磨损、错位，若出现绝缘纸、蓝膜失效等情况，会导致绝缘故障。

4) BMS 和高压控制盒这两个部件由于是直接接入高压的，若出现隔离失效，会出现绝缘故障。

三、新能源汽车绝缘故障的原因

2. 动力蓄电池外部发生绝缘故障的原因

(1) 高压电缆、高压插接器绝缘故障 此类故障原因主要有两种：一种是配件的质量问题，供应商在处理高压电缆屏蔽层时工艺不当，导致屏蔽丝与功率端子异常接触，引起绝缘故障；另一种是绝缘层在长时间运行后容易老化，导致绝缘性能降低或绝缘层开裂，引起绝缘故障。

(2) 高压部件绝缘故障 高压控制盒、驱动电机、电机控制器、车载充电机、PTC 加热器、电动压缩机等高压用电部件内部出现绝缘故障。

四、新能源汽车绝缘故障处理办法

1. 行车工况

在车速大于 2km/h 的行车状态下发生绝缘故障时，BMS 仅上报故障，VCU 不做任何处理。在车速不大于 2km/h 的行车状态下发生绝缘故障时，考虑到整车安全，BMS 在监测到绝缘故障时立即上报故障并切断高压系统，VCU 进行高压下电，禁止再次高压上电。

2. 充电工况

BMS 对于充电状态下绝缘故障的处理方式是上报故障，立即切断高压系统；VCU 立即进行高压下电，同时解除充电状态。

3. 碰撞工况

在碰撞工况下发生高压系统的绝缘故障时，BMS 进行立即上报和下电高压处理，VCU 进行高压下电，同时禁止上高压电。

新能源汽车绝缘故障排查

五、吉利 EV450 电动汽车绝缘故障排查流程

确定故障现象

- 动力蓄电池故障指示灯、蓄电池充放电指示灯亮，READY 灯未亮，车辆高压无法上电

连接故障诊断仪， 读取故障码

- 读取到“高压继电器闭合的前提下，绝缘故障（严重）”

规范进行高压 断电处理

- 高压断电处理规范操作

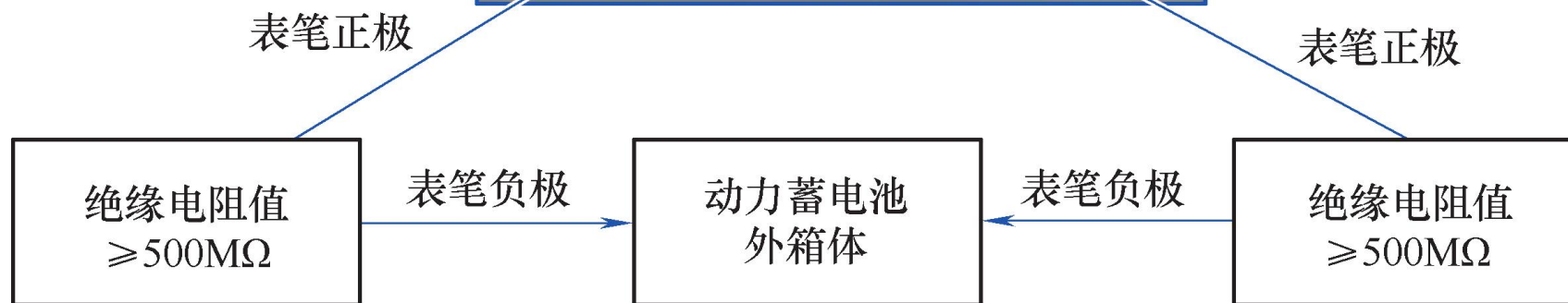
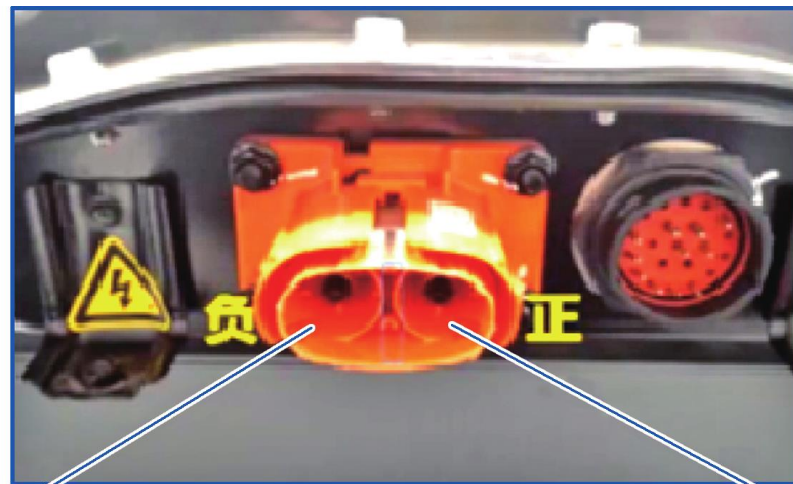
车辆基本检查

- 穿戴好个人防护用具，检查高压部件及高压线束外观是否存在破损、进水、受潮等现象，各高压插接器是否连接到位。

故障排查步骤

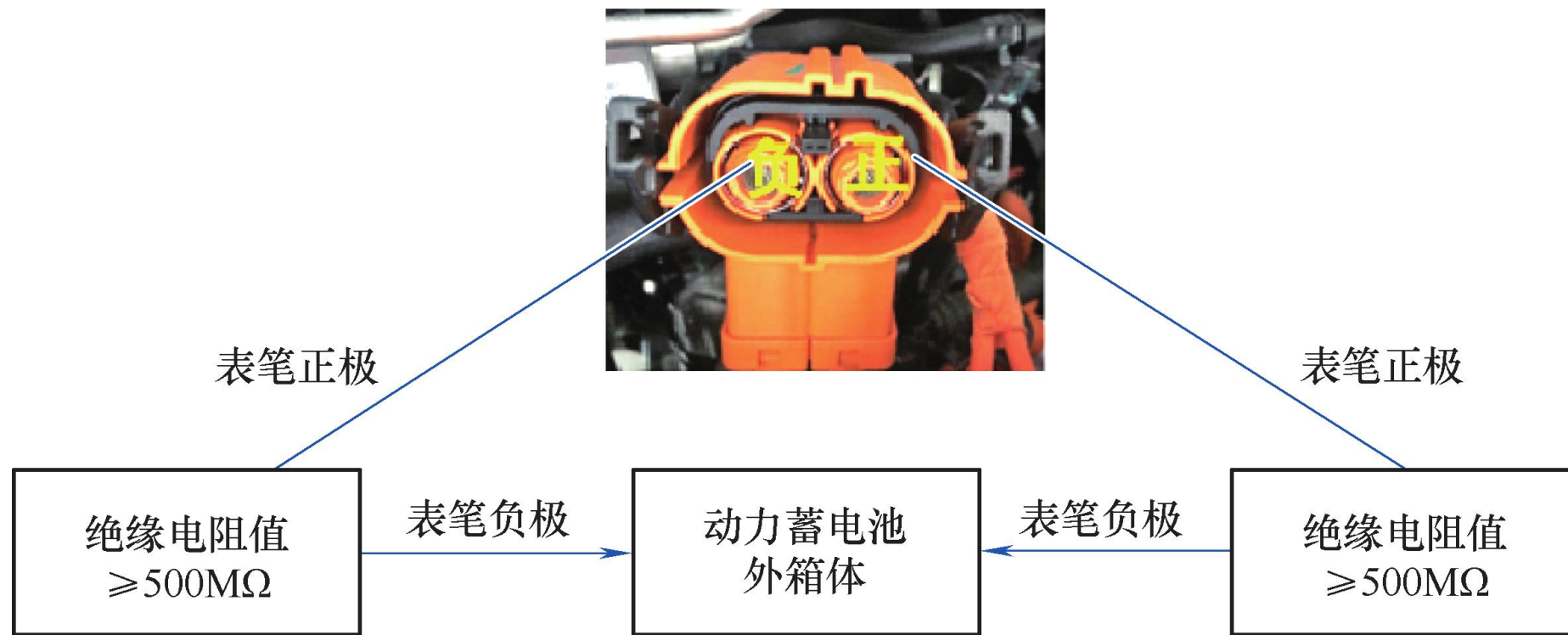
- 各部件的绝缘性检测

新能源汽车绝缘故障排查



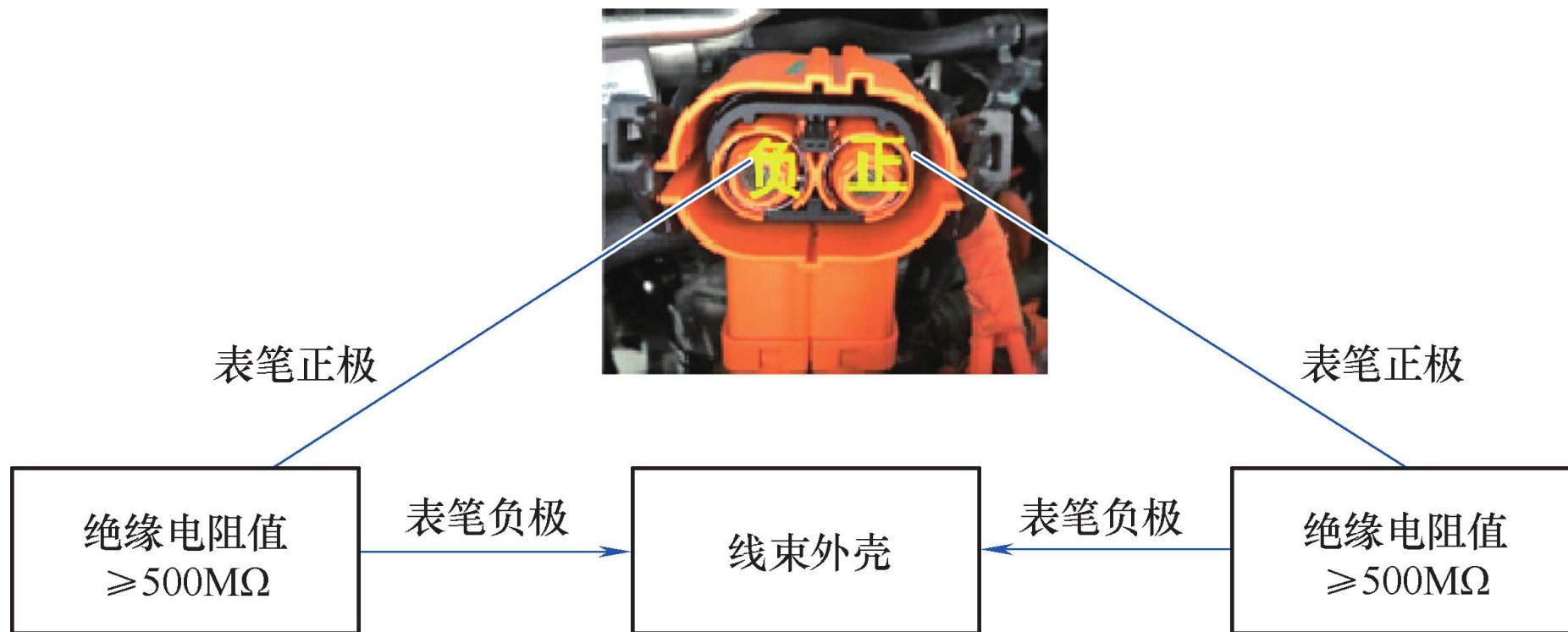
后部高压回路——动力蓄电池绝缘检测

新能源汽车绝缘故障排查



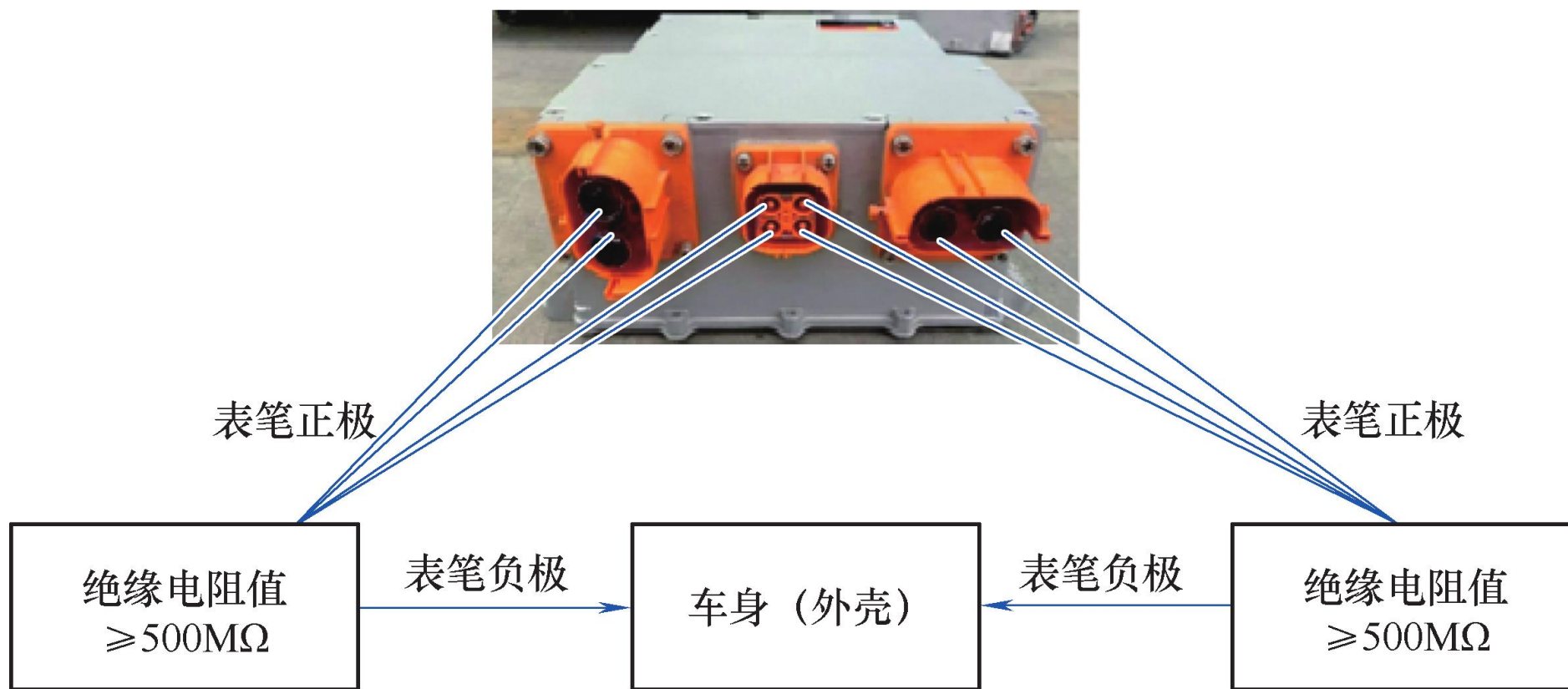
前部高压回路绝缘检测

新能源汽车绝缘故障排查



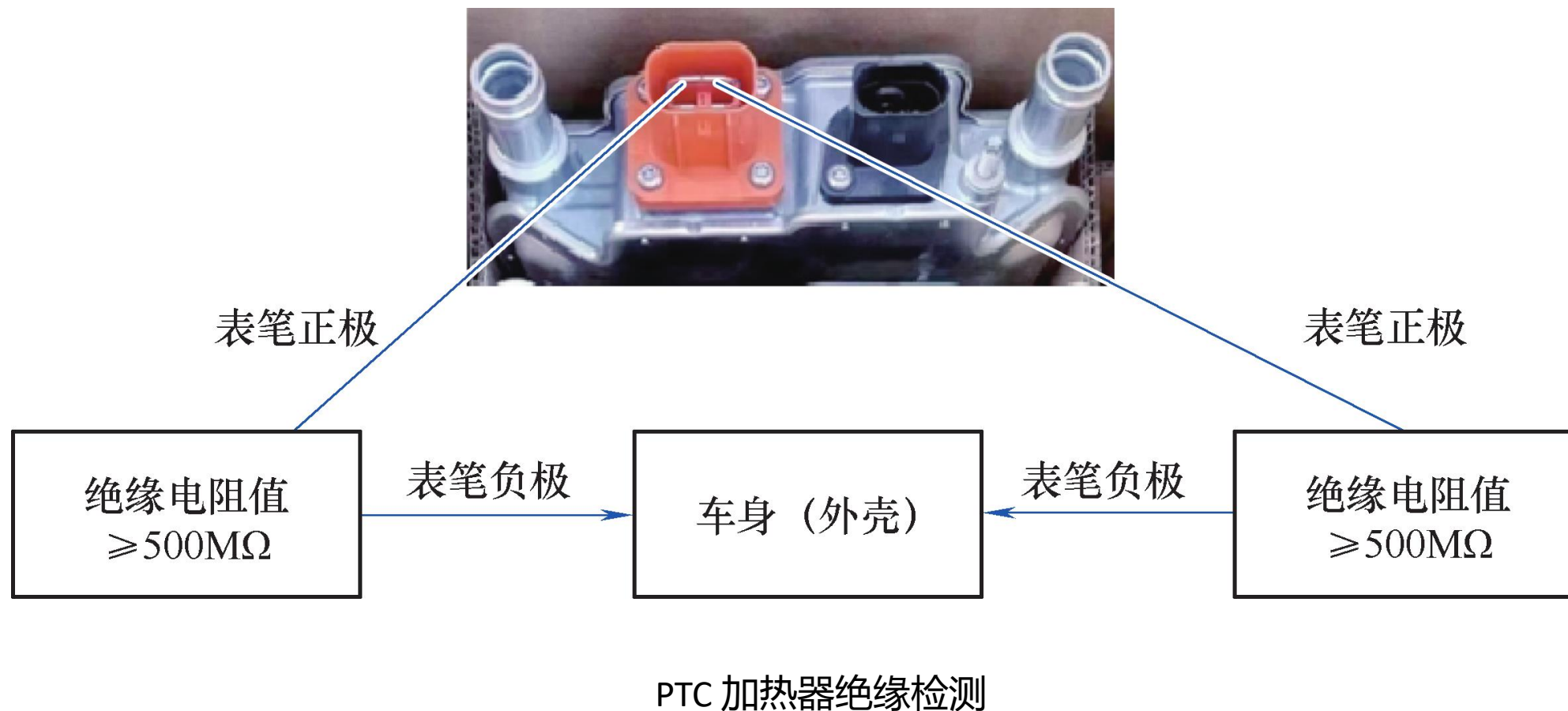
动力蓄电池线束绝缘检测

新能源汽车绝缘故障排查

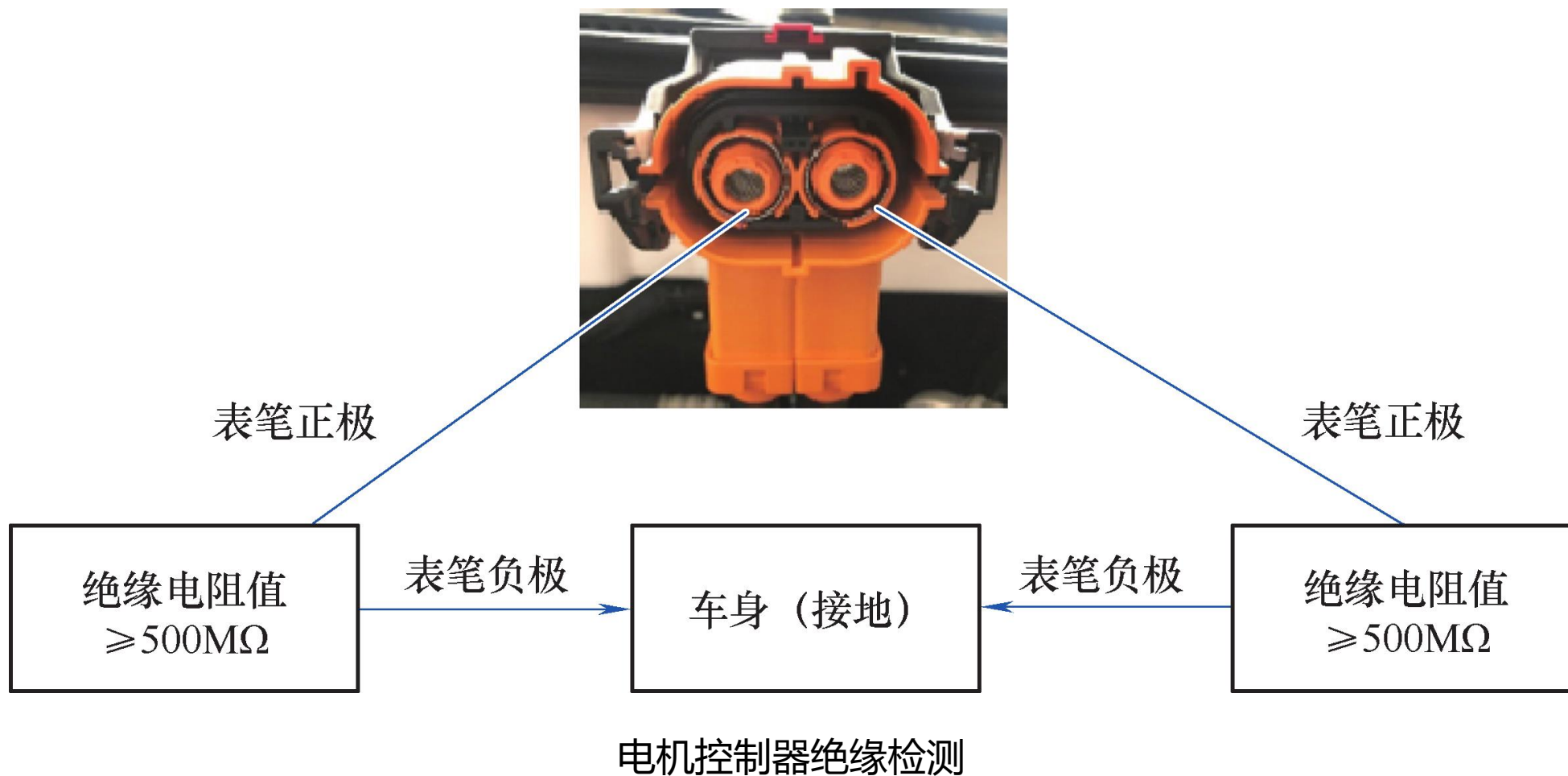


车载充电器分线盒绝缘检测

新能源汽车绝缘故障排查



新能源汽车绝缘故障排查



任务4 新能源汽车高压互锁 回路验证

新能源汽车高压互锁回路验证

学习目标

1.素质目标

- 1) 小组合作绘制高压互锁回路图，培养学生相互协作、共同进步的团队精神。
- 2) 在实车操作过程中树立学生安全第一意识。

2.知识目标

- 1) 能够总结新能源汽车高压互锁装置的作用。
- 2) 能够说出不同情况下的高压互锁控制策略。

3.能力目标

- 1) 能够自主查阅新能源汽车维修手册，准确绘制高压互锁回路示意图。
- 2) 能够在作业前做好高压安全防护，规范完成车辆高压断电操作。
- 3) 能够以小组合作的形式，在实车上规范地对高压互锁回路进行验证，记录、分析测量结果，找准故障原因。

新能源汽车高压互锁回路验证

一、高压互锁的定义

◎在ISO国际标准《ISO6469-3: 2001 电动汽车安全技术规范第3部分《人员电气伤害防护》中，规定车上的高压部件应具有高压互锁装置，高压互锁，也指危险电压互锁回路，简称HVIL，通过使用电气小信号，来检查整个高压产品、导线、连接器及护盖的电气完整性（连续性），识别回路异常断开时，及时断开高压电。

高压连接器



手动维修开关

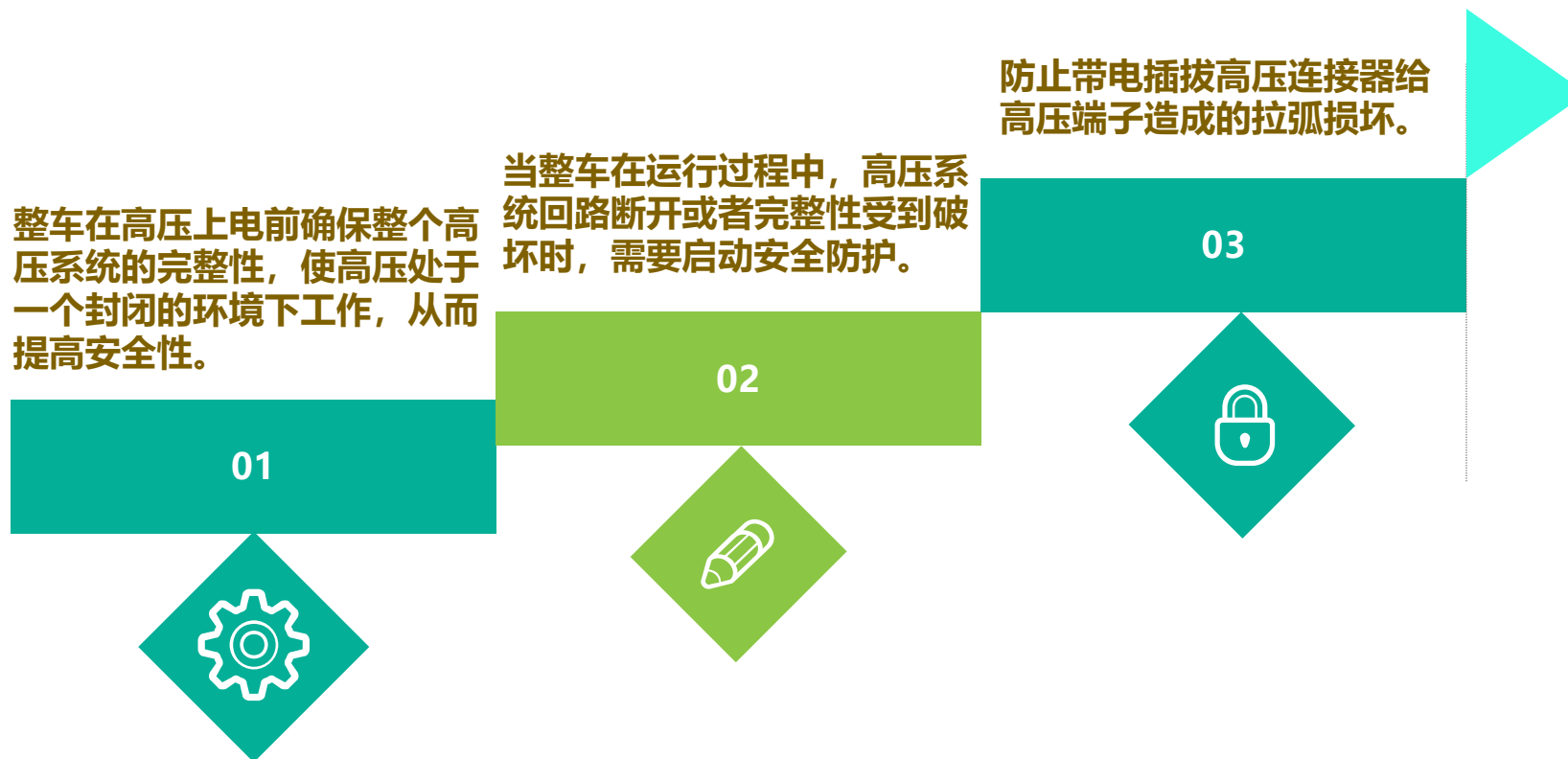


高压部件保护盖



新能源汽车高压互锁回路验证

二、高压互锁回路设置的目的

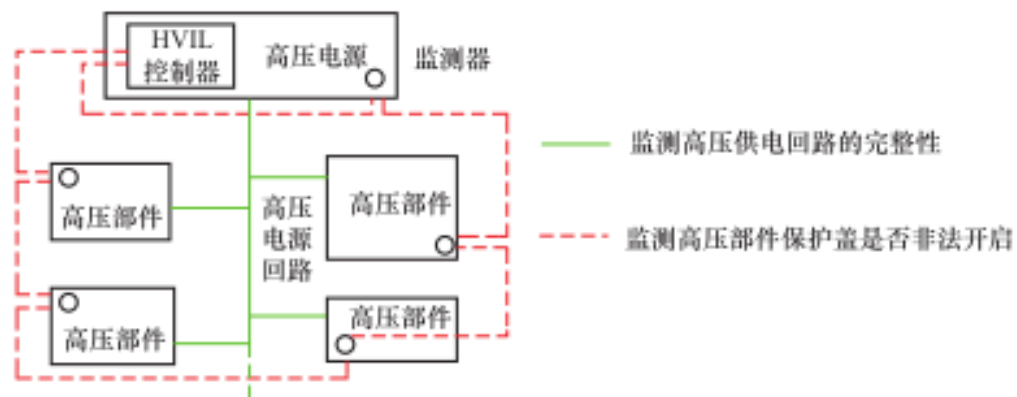


新能源汽车高压互锁回路验证

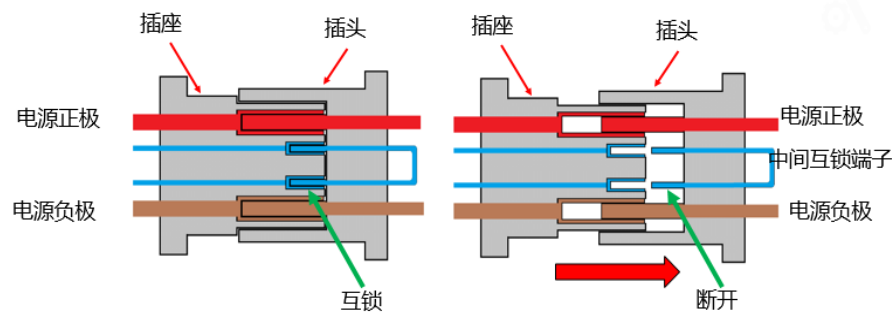
三、高压互锁回路的组成

1. 互锁信号回路

高压互锁信号回路包括两部分，一部分用于监测高压供电回路的完整性，一部分用于监测所有高压部件保护盖是否非法开启。高压互锁信号线与高压电源线并联，将所有的连接串接起来组成一个完整的回路，高压部件保护盖与盒盖开关联动，盒盖开关串联在高压互锁信号回路中。若高压回路内某一部位未连接到位，则互锁信号送入整车控制器内，整车控制器不使动力蓄电池对外供电。



高压互锁信号回路



高压插头 (互锁连接状态)

高压插头 (互锁断开状态)

互锁连接状态与互锁断开状态

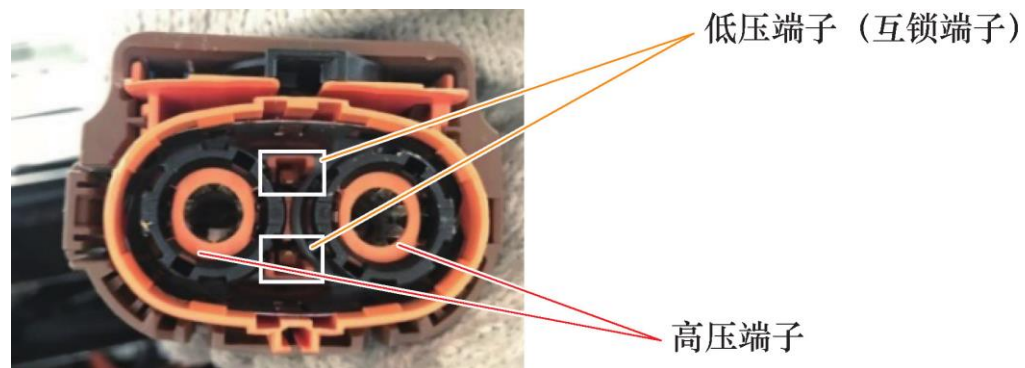
三、高压互锁回路的组成

2. 互锁监测器

监测器分为两类，一种用于监测高压插接器连接是否完好，另外一种用于监测高压部件的保护盖是否开启。

(1) 高压插接器监测

高压插接器分为两部分，一个是高压端子，用于高压连接供电，一个是低压端子，即互锁端子，用于判断高压连接端子是否接到位。



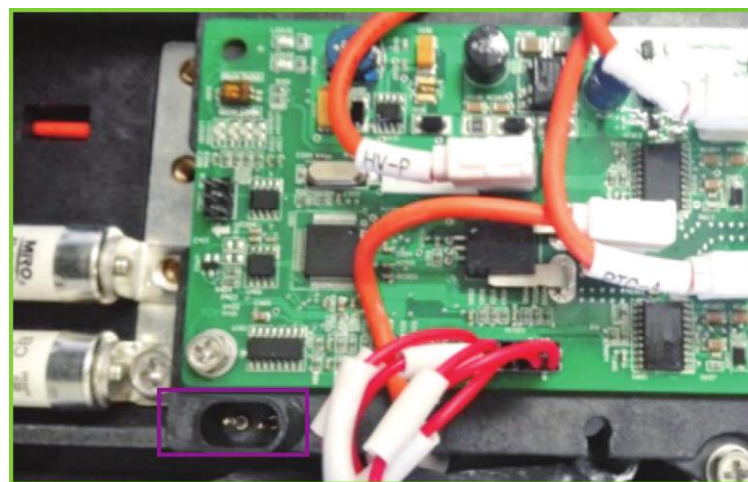
高压插接器互锁监测

三、高压互锁回路的组成

2. 互锁监测器

(2) 高压部件开盖监测器

其结构类似于插接器，一端安装于高压部件保护盖上，另外一端安装于高压部件主体内部，当保护盖开启时插接器也断开，HVIL 信号中断。通常需要设置监测器的部件包括驱动电机控制器、高压控制盒等。



高压部件开盖监测器

3. 自动断路器

自动断路器（也称正极、负极接触器）为互锁系统切断高压源的执行部件，形式类似于继电器。其作用是在高压互锁系统识别到危险情况时，断开高压电源。

四、高压互锁的控制策略

1. 故障报警

无论新能源汽车在何种状态，高压互锁系统在识别到危险时，车辆对危险情况做出报警提示，通过仪表警告灯亮起或发出警告鸣声等形式提醒驾驶人注意车辆情况，尽早将车辆送往专业维修点检测，避免发生安全事故。

2. 切断高压电输出

当新能源汽车在停止状态时，高压互锁系统在识别严重危险情况时，除了进行故障报警，还通知系统控制器断开自动断路器，切断高压电输出，使车辆无法起动，最大限度确保财产和人身安全。

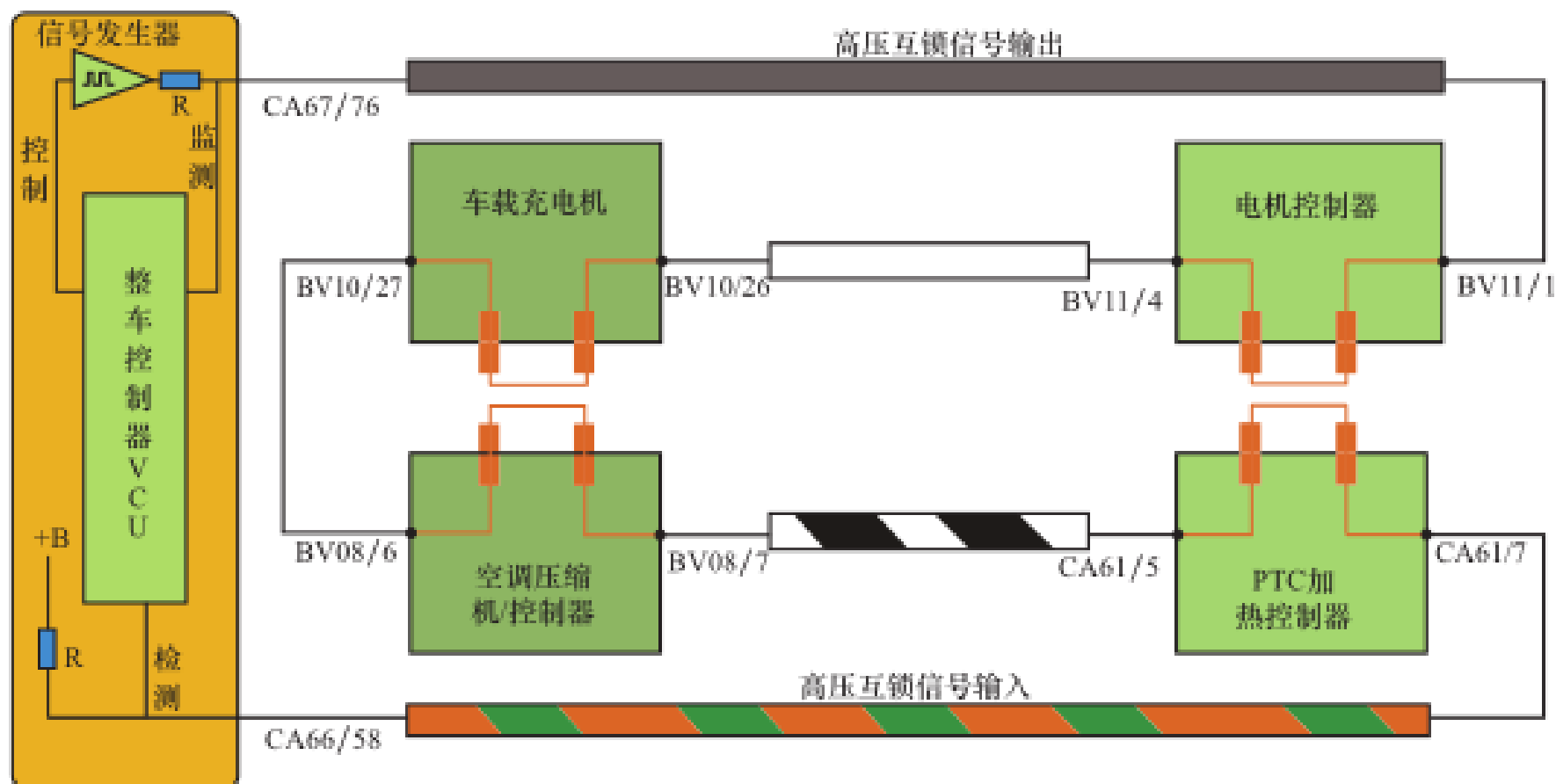
四、高压互锁的控制策略

3. 降功率运行

新能源汽车在行车过程中，BMS 检测到高压互锁断开时，不会直接切断高压电输出（会产生严重的后果，而是先通过报警提示驾驶人，然后让控制系统强制降低电机的功率，强制降低车速，使整车高压系统在负荷较小的情况下运行，尽量降低发生高压危险的可能性，同时允许驾驶人能够将车辆停到安全地方。

新能源汽车高压互锁回路验证

五、高压互锁回路图的绘制



吉利 EV450 电动汽车高压互锁回路示意图

五、高压互锁回路图的绘制

(1) VCU 至电机控制器高压互锁线路描述：

高压互锁信号从整车控制器VCU低压插件引脚 CA67/76 发出，通过电机控制器低压插件引脚BV11/1 进入，再通过电机控制器高压插接器的互锁短接端子，最后从电机控制器低压插件引脚BV11/4 输出；

如果拔出电机控制器高压插接器，那么高压互锁信号将无法通过电机控制器高压插接器的互锁短接端子，最后无法从电机控制器低压插件引脚 BV11/4 输出。

五、高压互锁回路图的绘制

(2) 高压互锁回路描述

整车控制器 VCU 通过低压插件引脚 CA67/76 输出一个PWM信号，该信号进入电机控制器的低压插件引脚BV11/1，再通过电机控制器高压插接器互锁短接端子，从电机控制器低压插件引脚BV11/4 输出；再进入车载充电机低压插件引脚BV10/26，通过车载充电机高压插接器互锁短接端子，从车载充电机低压插件引脚 BV10/27 输出；再进入空调压缩机低压插件引脚 BV08/6，通过空调压缩机高压插接器互锁短接端子，从空调压缩机低压插件引脚BV08/7 输出；再进入 PTC 加热器低压插件引脚 CA61/5，通过 PTC 加热器高压插接器互锁短接端子，从 PTC 加热器低压插件引脚 CA61/7 输出；最后，通过整车控制器 VCU 低压插件引脚 CA66/58进入 VCU。

新能源汽车高压互锁回路验证

六、吉利 EV450 电动汽车高压互锁回路验证思路

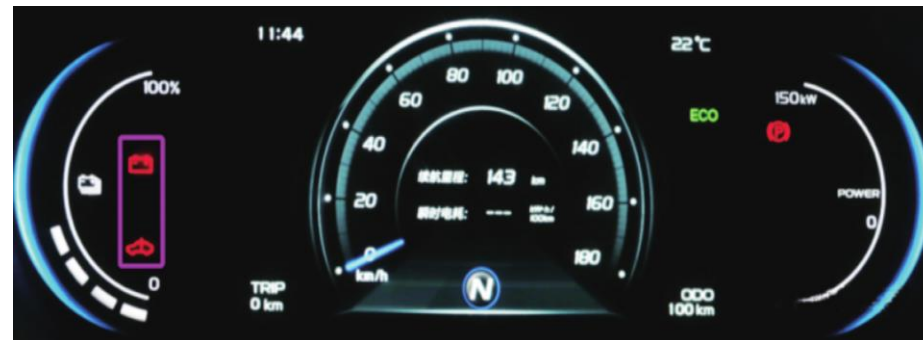
案例

一辆吉利 EV450 电动汽车，踩下制动踏板，按下起动按钮，组合仪表正常亮，READY 灯无法正常亮，充电指示灯、整车系统故障指示灯亮，档位无法切换到前进档或倒档，车辆无法行驶，如图所示。读取故障码，VCU 中存在

“P1C4096高压互锁故障”

“P1C8E04 高压互锁PWM 输出信号断路”

故障码；在 VCU 中进一步读取数据流，数据流显示高压互锁信号“未连接”。经过维修技师初步诊断，属于高压互锁故障。



吉利 EV450 电动汽车组合仪表显示

六、吉利 EV450 电动汽车高压互锁回路验证思路

1. 分析高压互锁故障原因



高压插件未装配到位



互锁端子退针或损坏



高压盒盖开关损坏

高压互锁故障原因

六、吉利 EV450 电动汽车高压互锁回路验证思路

2. 高压互锁回路验证

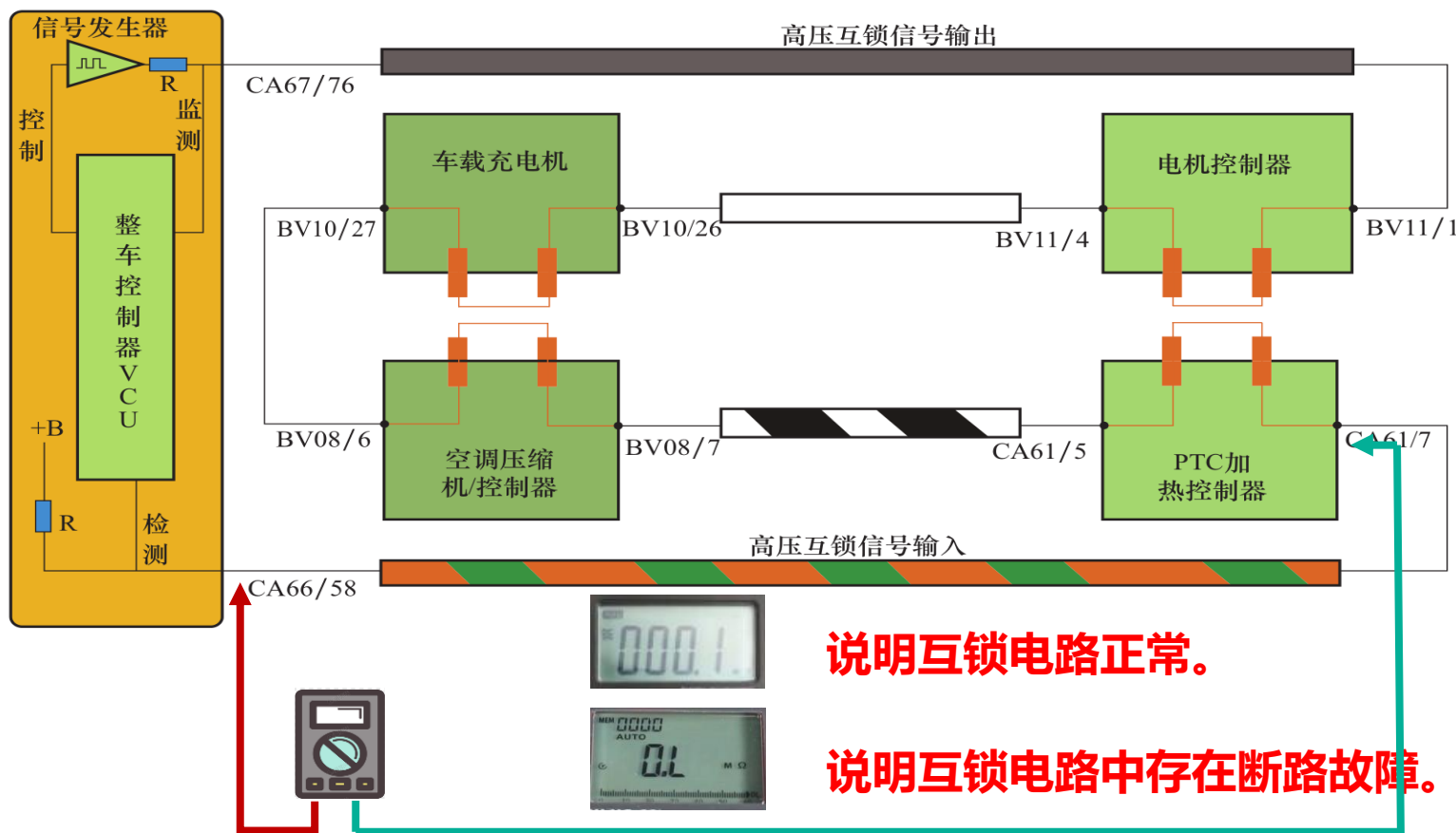
高压互锁回路的检测方式主要有 电阻检测、电压检测和PWM检测3 种方法。其中电阻检测法相对简单，从高压互锁的初始端推至末端，由电阻值来判断是哪个节点断开。

在开始验证前，先进行高压断电处理，关闭钥匙开关，断开辅助蓄电池负极连接，拔下动力蓄电池高、低压插件，并做好绝缘防护。根据绘制的吉利 EV450 电动汽车高压互锁线路示意图，验证前机舱高压互锁回路。

新能源汽车高压互锁回路验证

六、吉利 EV450 电动汽车高压互锁回路验证思路

2. 高压互锁回路验证



例：验证VCU 至PTC 高压互锁线路

测量步骤：

- ① 拔下VCU 和PTC 的低压插件，测量VCU引脚CA66/58 至PTC 引脚CA61/7 间电阻值： $< 1\Omega$
- ② 连接PTC 高压插接器，测量引脚PTC CA61/7 至PTC 引脚CA61/5 间电阻值： $< 1\Omega$
- ③ 拔下PTC 高压插接器，测量引脚PTC CA61/7 至PTC 引脚CA61/5 间电阻值： ∞

测试结果分析：

VCU 低压插件引脚CA66/58 与PTC 低压插件引脚CA61/7 导通，证明高压互锁信号从VCU 出来后通过PTC 低压插件引脚7 进入PTC 内部，PTC 高压插接器连接时引脚7 与5 互锁线路导通，断开则不导通，证明高压互锁信号经过了PTC 高压插接器的互锁短接端子，最后从低压插件引脚5 输出。但由于未打开PTC 内部，则PTC 内部的互锁线路未进行验证



Thanks

