

## 安全维修注意事项

### 一 电动车维修人员基础要求

#### 1、需了解岗位需求：

- 1.1 资质要求；
- 1.2 任务和技术职责；
- 1.3 作业权限和活动权限。

#### 2、高电压系统需了解：

- 2.1 有关职业安全和事故预防的法律规定和规范；
- 2.2 采用高电压技术车辆的原理设计；
- 2.3 未来的电气驱动理念；
- 2.4 电气系统的危险性；
- 2.5 高电压系统安全作业规范。

#### 3、电动车辆上作业能够：

- 3.1 断开高电压系统；
- 3.2 确定系统断电；
- 3.3 防止高电压系统重新激活；
- 3.4 进行绝缘检测；
- 3.5 重新激活高电压系统；
- 3.6 给动力电池充电；
- 3.7 在断电的混合动力系统和配备高电压系统的其他车辆上，独立执行一般性任务；
- 3.8 承担在高电压系统上作业的所有技术职责。

#### 4、具备以下资质：

- 4.1 特种作业操作证（电工）；
- 4.2 初级（含）以上电工证（职业资格证书）；
- 4.3 经过比亚迪汽车销售有限公司培训，并培训合格取得授权。

### 二 维修安全注意事项

#### 1、危险区域：

- 1.1 整车橙色线束；
- 1.2 动力电池包；
- 1.3 高压配电箱；
- 1.4 车载充电器；
- 1.5 太阳能充电器（装有时）；
- 1.6 驱动电机控制器总成；
- 1.7 DC与空调驱动器总成；
- 1.8 电动力总成；
- 1.9 电动压缩机总成；
- 1.10 电加热芯体PTC；
- 1.11 空调配电盒；
- 1.12 漏电传感器等。

#### 2、安全作业：

- 2.1 佩戴安全防护设备：绝缘手套（需准备防高压电工手套以及防电池电解液酸碱性两种手套）、绝缘胶鞋、绝缘胶垫、绝缘外套和防护眼镜等，其耐压等级必须大于1000V；
- 2.2 操作规范：断开连接，确定系统断电，防止高电压系统再激活；
- 2.3 操作注意事项：
  - 所有橙色的电缆都带有危及生命安全的高电压！
  - 不能直接对高电压元件喷水或者采用高压清洗液冲洗！
  - 不能在高电压连接线上使用机油、油脂、接触喷雾等等！
  - 在高电压带电部件附近作业前，必须先将系统断电！

在焊接、使用材料切割工具或者锋利工具作业之前，必须先将系统断电！

所有断开的高电压连接线必须采用防尘和防潮措施！

### 3、危险电流：

#### 3.1 25V以上的交流电、60V以上的直流电都具有危险性；

在德国允许的最大接触电压（根据VDE的标准）是50V交流电以及120V直流电；

有大约5mA的电流通过人体时，就可视为是“电气事故”，会产生麻木感，但是仍可以导走电流；

体内通过的电流达到大约10mA时，到达了导出电流的极限，人体开始收缩，无法再导走电流，电流的滞留时间也相应增加；

30至50mA交流电的长时间滞留会导致呼吸停止以及心室纤维性颤动；

经过人体的电流到达大约80mA时，被认为是“致命值”。

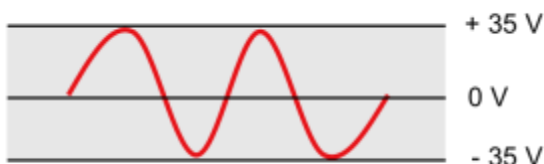
#### 3.2 为何交流电压比直流电压更危险？

交流电压在人体内产生交流电，会触使肌肉组织和心脏产生颤动。

交流电压的频率越低，危险性越高！

交流会触发心室纤维性颤动，如果不进行急救很快就会致命！

示例：25 V eff – 交流电：



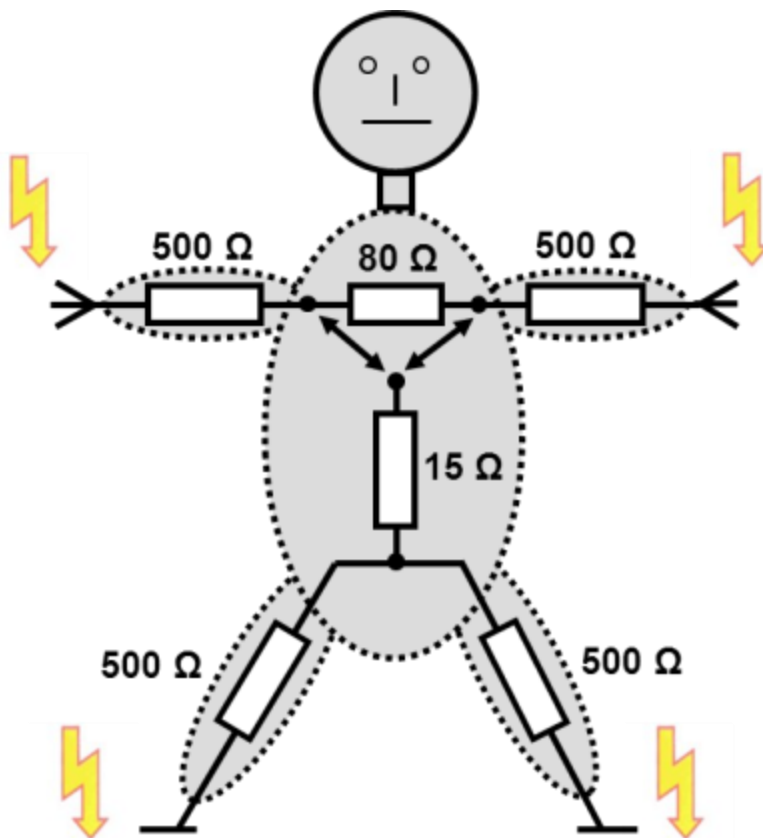
$$25 \text{ V eff} \times 2.82 = 70.5 \text{ V p-p!}$$

示例：60 V – 直流电



### 4、人体内部电阻：

4.1 对于高电压引起的高电流，人体内对应的电阻值很低！特别是，所有血管中的血液是很好的导体！电气事故中的接触点不同，对人体的影响也相应不同。

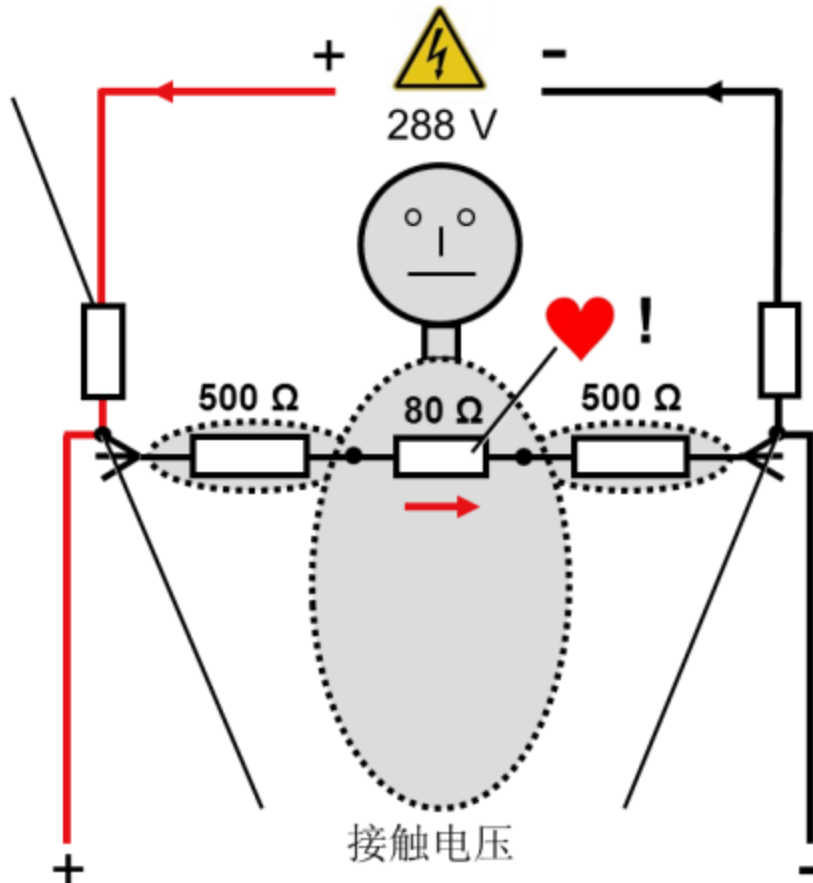


#### 4.2 示例：288V直流电压造成的电气事故：

皮肤电阻值变化很大（取决于皮肤硬度、湿度、传导性……）。但是，对于超过100V的电压，皮肤电阻几乎为0Ω！皮肤完全被击穿！

人体电流的示例： $I = U/R = 288 \text{ V}/1080\Omega = 0.27\text{A}$ ！

对于交流电，如果电流在心脏的滞留时间达到大约10-15毫秒就会致命！（心室纤维化颤动）



## 5、电击及事故后果：

### 5.1 电击效应：

电流低于导通限值时，会有相应的电击反应，从而容易因肢体不受控制和失去平衡而导致受伤！

### 5.2 热效应：

电流导入导出点处会发生烧伤和焦化，也会发生内部烧伤。结果是导致肾脏负荷过大，甚至造成致命的伤害！

### 5.3 化学效应：

血液和细胞液成为电解液并被电解。结果发生严重的中毒，中毒情况在几天后才能被发现，因此伤害极大！

### 5.4 肌肉刺激效应：

所有的身体功能和人体肌肉运动都是由大脑通过神经系统的电刺激来控制。如果通过人体的电流过高，肌肉开始抽搐，大脑再也无法控制肌肉组织。

后果：例如，握紧的拳头再也无法打开或者移动。如果电流经过了胸腔，肺会产生痉挛（呼吸停止），心脏的跳动节奏会被中断（心室纤维化颤动，无法进行心脏的收缩扩张运动）。

### 5.5 发生静态短路的热效应：

工具急剧发热，会导致材料熔化，从而可能发生烧伤事故！

### 5.6 由于短路引起火花：

金属很快熔化，产生飞溅的火花，飞溅出来的金属颗粒温度超过5000℃，可能引起灼伤以及严重伤害眼睛！

### 5.7 带电高压线路接通和断开时所产生的弧光：

光辐射可能造成电光性眼炎！

## 6、电击事故急救措施：

### 6.1 援救电气事故中受伤人员时，你应该记住什么？

#### 措施：

你自身的安全是第一位的！

绝对不要去触碰仍然与电压有接触的人员！

如果可能，马上将电器系统断电！（关闭点火开关或者马上拔出维修开关）

用不导电的物体（木板、扫帚把等等）把事故受害者或者导电体与电压分离。

#### 6.2 电击事故后实施急救时需要注意什么？

**如果事故受害者没有反应，应采取如下急救措施：**

首先确定受害者是否还有生命迹象，比如脉搏和呼吸！

马上呼叫急救医生，或者马上让别人去呼叫！

进行人工呼吸以及心肺按压直到医生到达！

如果呼吸停止：使用非专业的去纤颤器（如果有的话）。

**如果事故受害者能回应问询，应采取如下急救措施：**

对烧伤处进行降温处理，并用消过毒的无绒布进行包扎！

即使事故受害者拒绝，也要要求其接受治疗！（避免出现长期的后遗症！）

#### 7、动力电池事故急救措施：

7.1 如果发生了皮肤接触，用大量的清水进行冲洗！

7.2 如果吸入了气体，必须马上呼吸大量新鲜空气！

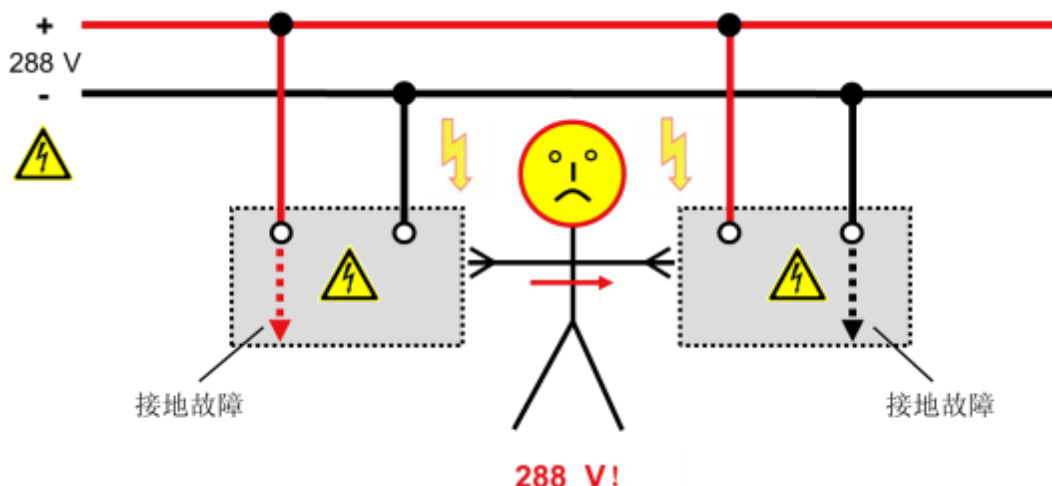
7.3 如果接触到了眼睛，用大量的清水进行冲洗（至少十分钟）！

7.4 如果吞咽了动力电池内容物，需喝大量清水，并且催吐！

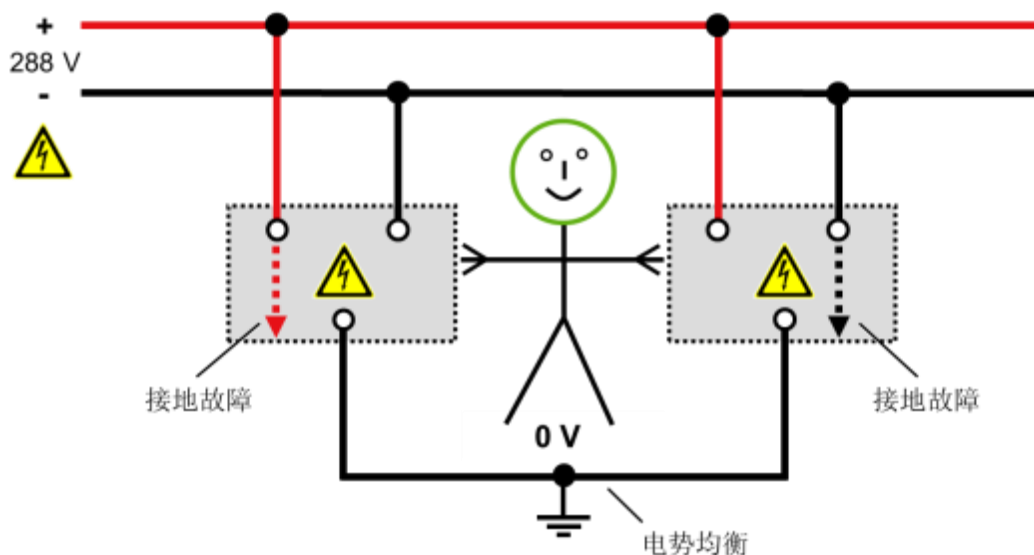
7.5 寻求医疗救助。

#### 8、安全装置：

##### 8.1 发生高电压元件接地故障时的危险：

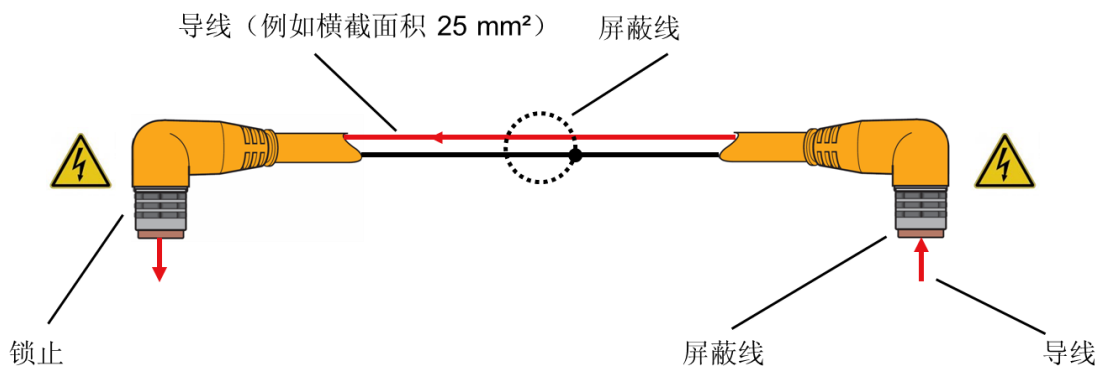


##### 8.2 各个高电压元件的电势平衡：



##### 8.3 高压电缆：

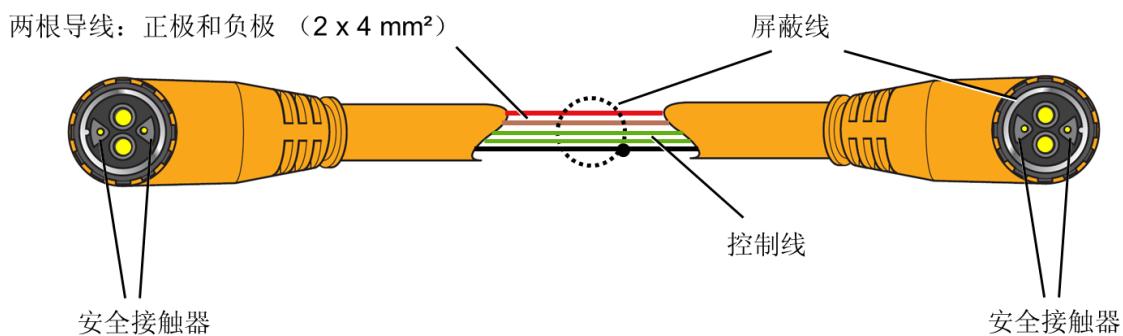
单线制高压电缆的结构



所有高压电缆都标记了颜色并且采用了不同的机械连接结构

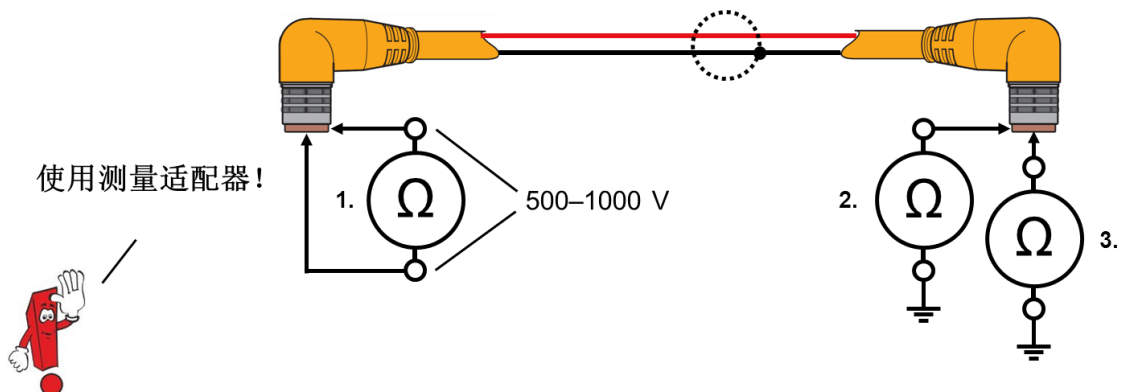
双线制高压电缆的结构

这些电缆用于辅助装置的供电  
(例如电动空调的压缩机)



## 9、绝缘检测:

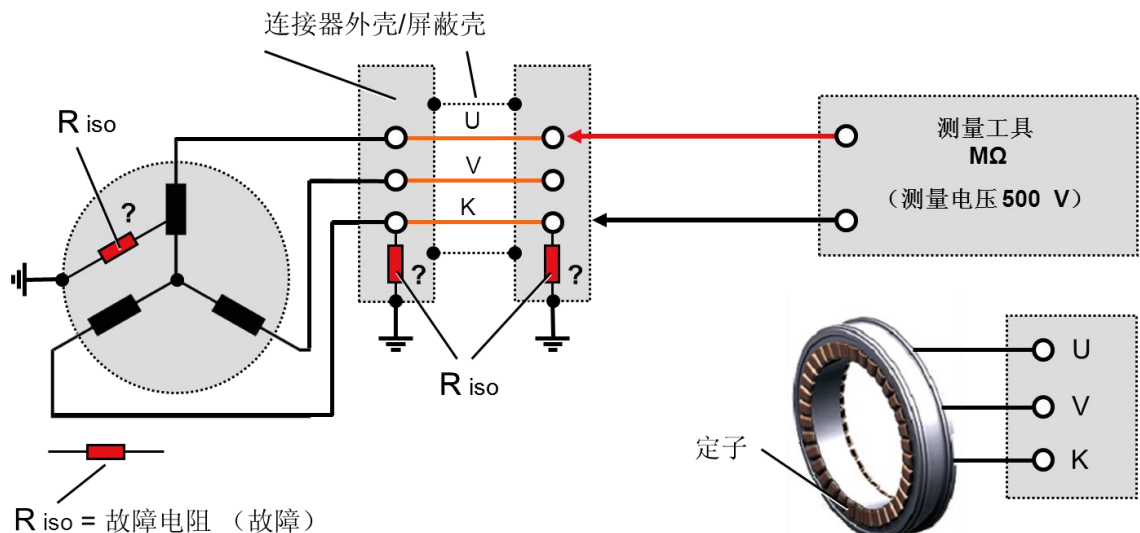
### 9.1 高电压电缆的绝缘检测:



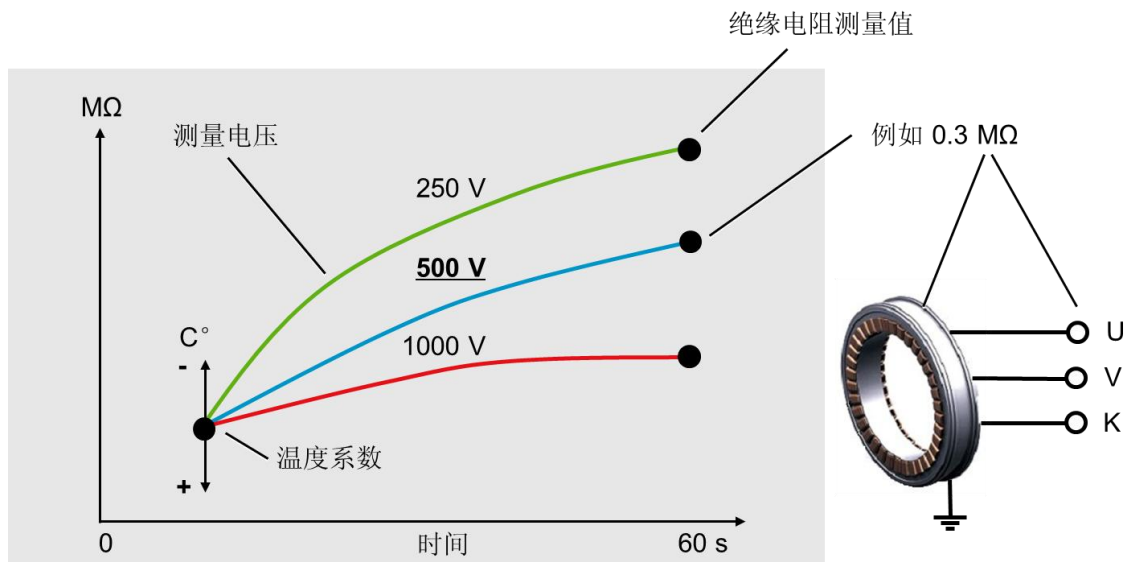
#### 绝缘检测步骤:

- 屏蔽内部导线;
- 屏蔽车辆的接地端;
- 内部导线连接到车辆接地端 (测量电压: 500-1000V直流电压)。

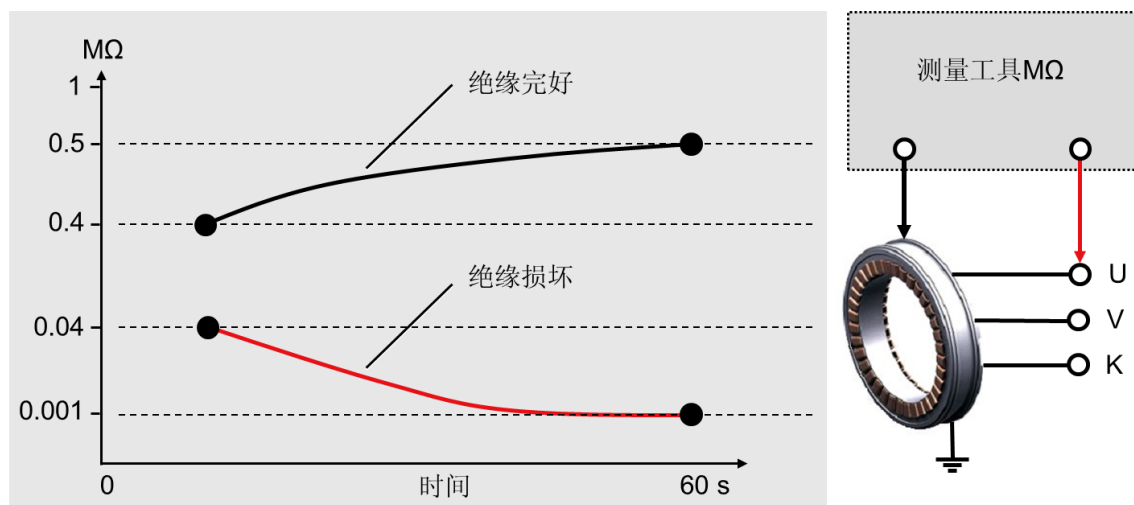
### 9.2 电机定子的绝缘检测:



### 9.3 定子的绝缘检测:



示例：绝缘完好以及绝缘损坏




### 10、断电注意事项:

- 断开系统连接必须由监护人通过引导性故障查询来完成;
- 关闭点火开关并拔下点火钥匙;
- 把点火钥匙放在安全的地方;
- 松开维修接头并快速把它拔出;
- 检查维修接头是否存在污浊、氧化和接触烧灼的情况;



- 单独存放维修接头；
- 提供绝缘保护或者遮盖维修接头暴露的接插口；
- 检查测量工具和装备的状态以及运行情况；
- 连接测量适配器电缆；
- 按照车型维修手册和引导型故障查询检测系统的断电并把测量值输入测试记录；
- 把测试记录放入指定的文件夹；
- 防止高电压系统再次激活；
- 在车辆显眼处贴上标有“高电压系统已关闭”的警示标签，并把负责此工作的高电压工程师的名字也同时标注在上面。



在车辆明显位置处贴上警示标签

**注意：混合动力/纯电动车辆！**

车辆识别号： \_\_\_\_\_


**“高电压系统已关闭”**

确认车辆高电压系统已断开，并经检测确认车辆已断电。

恢复系统运行的唯一指定负责人：

\_\_\_\_\_

姓名/电话号码



#### 11、恢复系统运行注意事项：

- 系统必须由监护人在引导型故障查询的帮助下恢复运行；
- 用肉眼检查是否所有的高电压连接以及高电压系统的接插口和螺孔连接都正确并被锁止；
- 用肉眼检查是否高压电缆都无法被触碰到；
- 用肉眼检查是否电压平衡电缆清洁并无法被触碰到；
- 插入维修接头，并把它锁闭；
- 打开点火开关；
- 读取所有系统的故障代码；
- 在测试记录中输入测量值并把测试记录打印出来；
- 把测试记录放入指定文件夹；
- 把“高电压系统已关闭”的警示标签从车辆上移除；
- 在车辆显眼的位置贴上“高电压系统已激活”的警示标签。

### 三 动力电池应急处理措施

#### 1、电动车或动力电池起火时，请根据实际情况，进行下列操作：

- 1.1 将车辆退电至 OFF 档，并在条件允许情况下断开 12V 蓄电池；
- 1.2 断开维修开关；
- 1.3 就近寻找灭火器（请勿使用水基型灭火器）；
- 1.4 如果车辆起火，火势较小较慢，请使用干粉灭火器灭火，并立即拨打求救电话；
- 1.5 如果火势较大，发展较快，请立即远离车辆，拨打火警电话等待救援。

#### 2、如果动力电池发生泄漏（有明显液体流出），请按照以下方法对车辆进行操作：

- 2.1 请将车辆退电至 OFF 档，并在条件允许的情况下断开前舱 12V 蓄电池；
- 2.2 断开维修开关；
- 2.3 发生少量泄漏时，请远离火源，使用吸水布吸附后置于密闭容器中，或采用焚烧方式处理，操作前请佩戴防酸碱手套；
- 2.4 发生大量泄漏时，请统一收集，按照危险化学品处理，可加入葡萄糖酸钙溶液来处理产生的气体 HF；
- 2.5 当人体不慎接触泄漏液体时，应立即用大量水冲洗 10~15 分钟，如果有疼痛感可用 2.5% 的葡萄糖酸钙软膏涂敷，或用 2~2.5% 的葡萄糖酸钙溶液浸泡止痛，若无改善或出现不适症状，请立即就医。