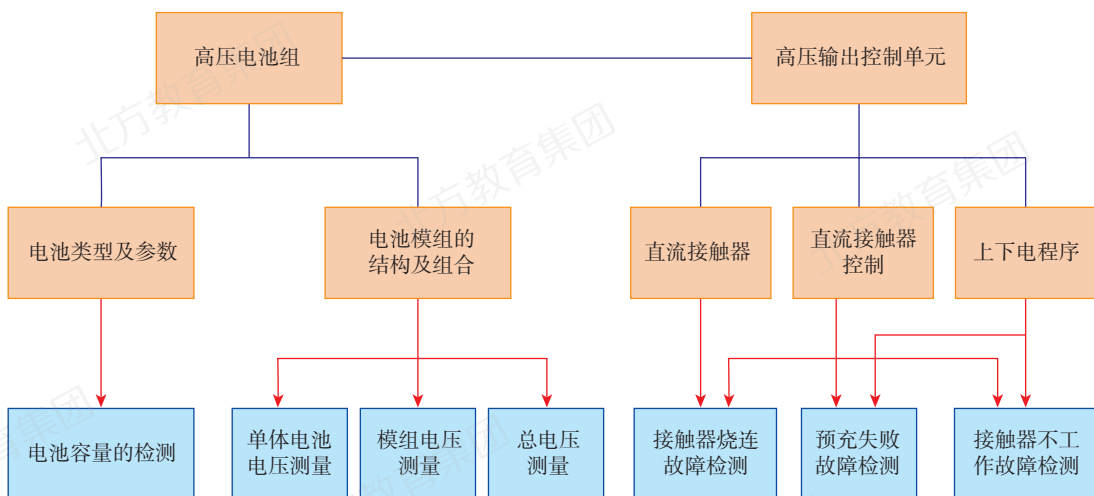




# 高压电池包的检修



# 任务一 高压电池组的检修

## 学习目标

### 知识目标

- 电池的类型与特点
- 电池组的结构

### 能力目标

- 使用万用表对电池组单体电压、模组电压、总电压的测量
- 使用解码仪对电池模组电压的测量

## 一、技术原理

在电动汽车上，驱动电机的运转需要使用几百伏的高压直流电，这种高压电就存储在电池包内。电动汽车的电池包一般安装在电动汽车的底部，如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 电池包位置

电池包几百伏电压的输出是由很多块单体电池累加形成的，如图 1-1-2 所示。每块单体电池的电压还是比较低的，比如镍氢电池仅为 1.2V。



图 1-1-2 电池包内部

## 1. 电池的类型

目前，电动汽车上使用的电池多为锂电池，如图 1-1-3 所示。锂电池又分为三元锂电池和磷酸铁锂电池，如图 1-1-4 所示。

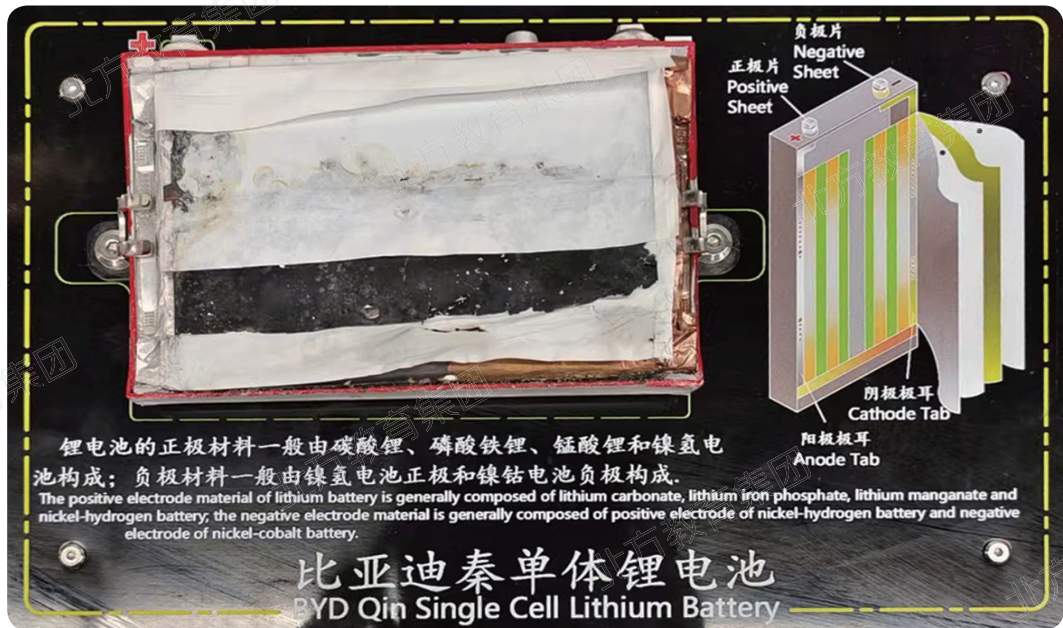


图 1-1-3 锂电池

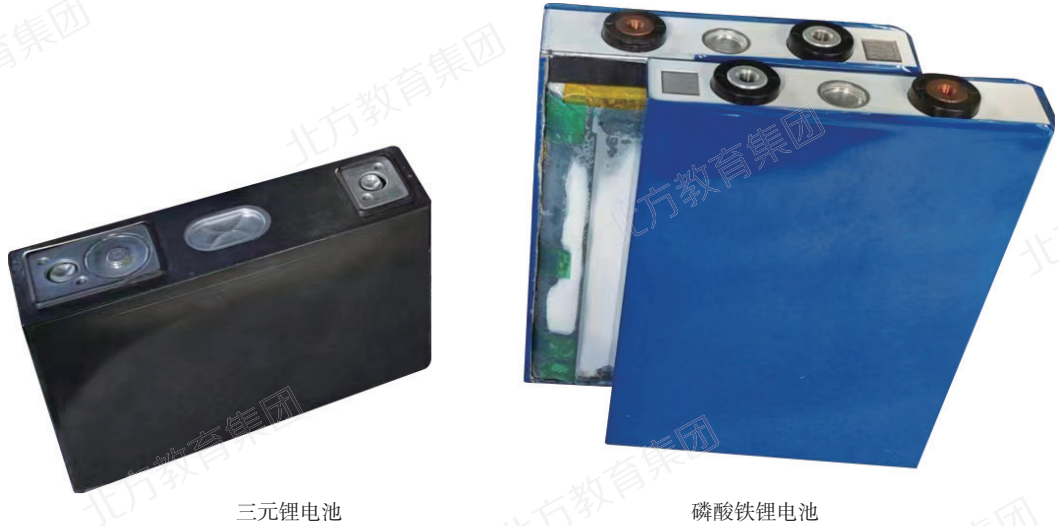


图 1-1-4 三元锂电池和磷酸铁锂电池

### (1) 三元锂电池

三元锂电池是使用镍钴锰三元材料为正极的锂离子电池，单体能量密度达到或超过 250Wh/kg，工作电压为 3.6V，可在为 60°C 的环境下正常工作。

三元锂电池耐低温性能较好，在零下 20°C 的时，三元锂电池能够释放 70.14% 的容量。但三元锂电池高温性能较差，在温度为 200°C 左右时，三元锂电池正极材料开始分解。

衡量电池充电快慢的一个参数是恒流比，恒流比越大，也就证明该电池的充电效率更高。在 20°C 充电时，三元锂电池的恒流比是 52.75%。

衡量电池的使用寿命可以把剩余容量为初始容量的 80% 作为测试结束点，目前三元锂电池经实验室测试循环寿命在 2500 次左右。

衡量电池的使用寿命可以把剩余容量为初始容量的 80% 作为测试结束点，目前磷酸铁锂电池经实验室测试，循环寿命在 3500 次以上，部分达到 5000 次。

### (2) 磷酸铁锂电池

磷酸铁锂电池是使用磷酸铁锂材料为正极的锂离子电池，单体能量密度为 180Wh/kg 左右，工作电压为 3.2V。

磷酸铁锂电池在零下 20°C 的时，能够释放 54.94% 的容量。在温度高达为 700°C 左右时，其正极材料开始分解。

在 20°C 充电时，磷酸铁锂电池的恒流比是 10.08%。

把剩余容量为初始容量的 80% 作为测试结束点，目前磷酸铁锂电池经实验室测试，循环寿命在 3500 次以上，部分达到 5000 次。

三元锂电池和磷酸铁锂电池相比而言，三元锂电池能量密度高，耐低温性能好，充电效率高，但高温性能和使用寿命较低。磷酸铁锂电池高温性能好并且使用寿命长，但能量密度低，耐低温性能不好，充电效率不高。

## 2. 电池包的结构

电池包由单体电池联接形成高电压。首先，多个单体电池形成电池模组，然后，再将多个电池模组串联起来就形成了电池包。

### (1) 单体电池的连接

电池模组是由单体电池连接而成的，连接的方式可一般为单电池串联、先并后串两种情况。

#### 1) 单电池串联

单电池串联是直接将多个单电池正极接负极串联起来的一种方式，它串联的总电压是各个单电池电压之和，如图 1-1-5 所示。



图 1-1-5 单电池串联的电池模组

#### 2) 先并后串

先并后串是将两个或多个单体电池先进行正极接正极、负极接负极的方式并联成一个单元，再将多个这样的单元进行串联形成电池组，每个并联单元的电压和一个单体电池的电压相等，模组的总电压是各单元电压的总和。

吉利帝豪的电池模组是将两个单体电池先进行并联，再进行串联起来的，如图 1-1-6 所示。

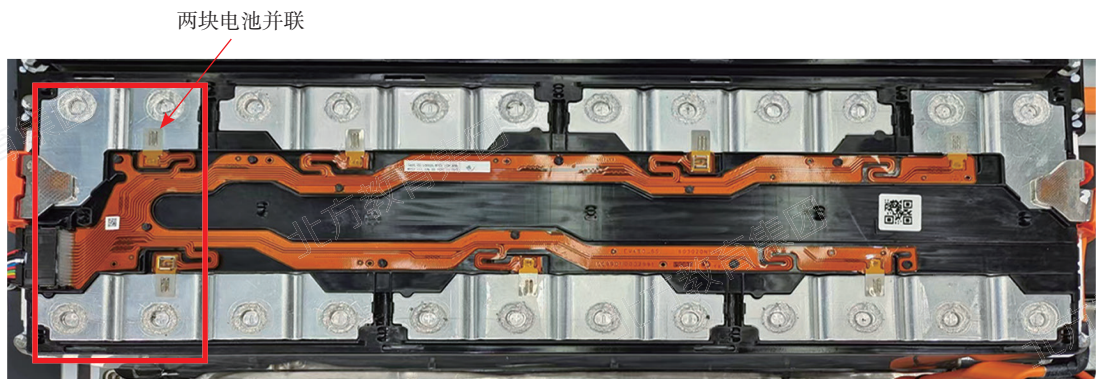


图 1-1-6 吉利帝豪电池模组

特斯拉 Model Y 使用的是型号为 4680 圆柱体型的三元锂电池，如图 1-1-7 所示。其直径 46mm、高 80mm。它的连接方式是将 76 个 4680 电池先行并联再进行串联，如图 1-1-8 所示。

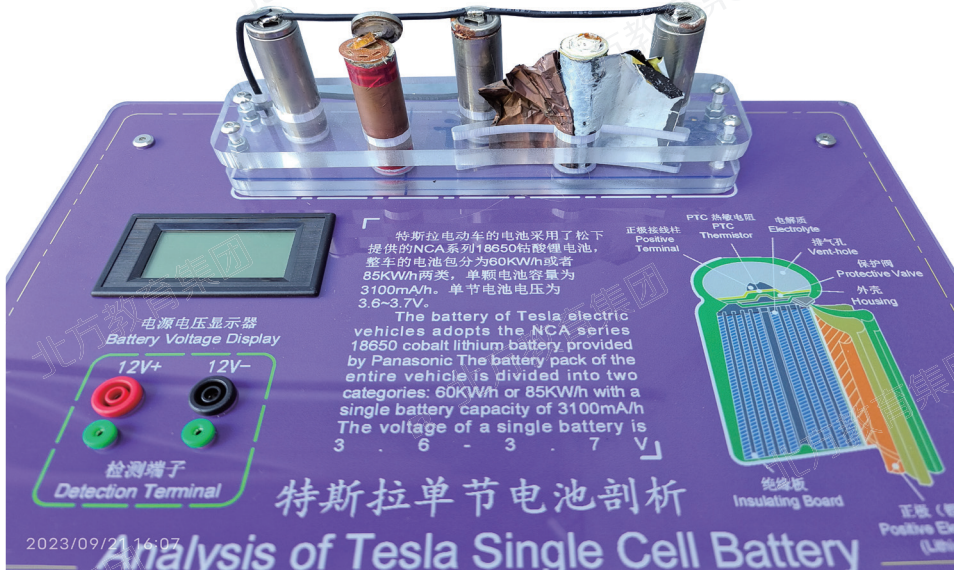


图 1-1-7 特斯拉 4680 电池

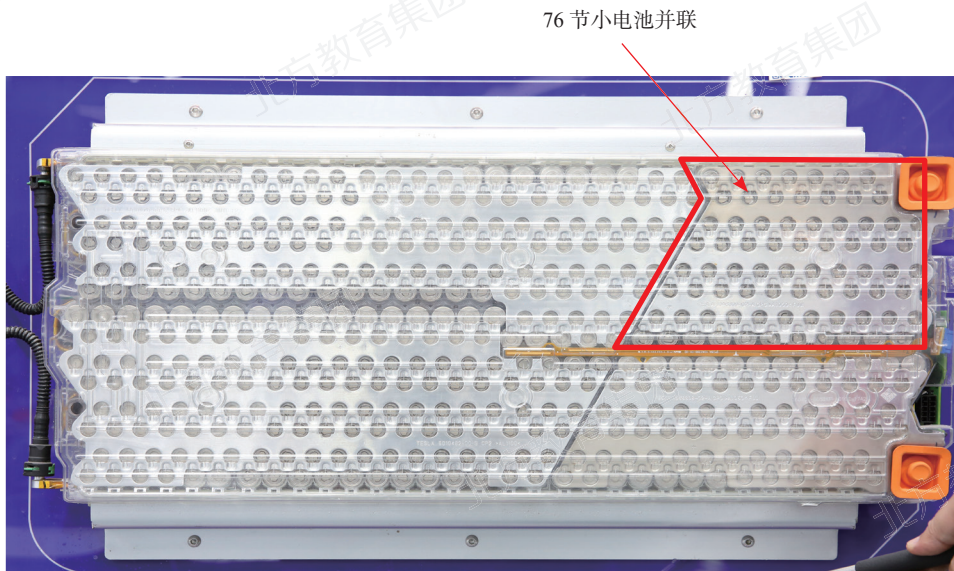


图 1-1-8 特斯拉 Model Y 电池模组

### 3) 刀片电池

2020 年 3 月 29 日，比亚迪正式发布刀片电池，该电池采用磷酸铁锂技术，“刀片电池”通过结构创新，在成组时可以跳过“模组”，形成类似刀片的结构，大幅提高了体积利用率，最终达成在同样的空间内装入更多电芯的设计目标，如图 1-1-9 所示。

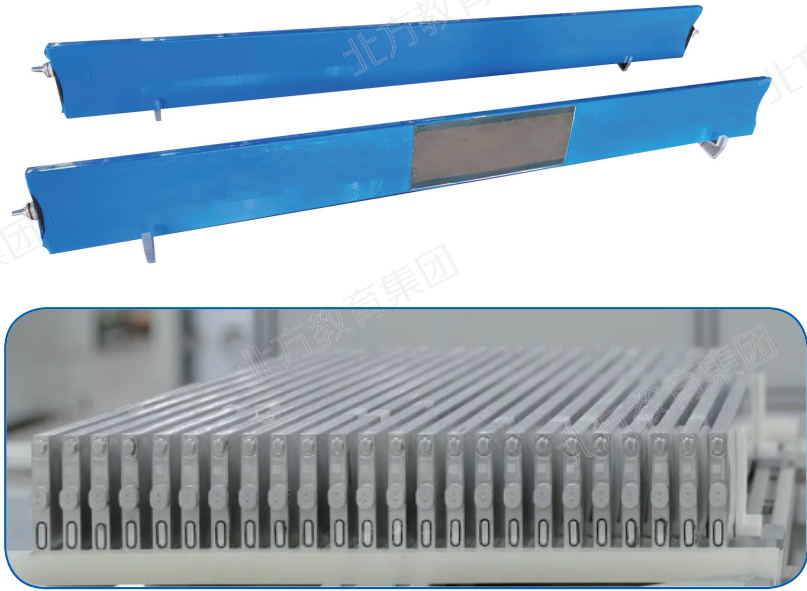


图 1-1-9 刀片电池

相较传统电池包，“刀片电池”的体积利用率提升了 50% 以上，也就是说续航里程可提升 50% 以上，达到了高能量密度三元锂电池的同等水平。

#### (2) 电池模组的连接

若干个单体电池先用电路相连成储能单元，称为电池模组，若干电池模组再串联形成电池包。

以秦 EV HDE400km 为例，每个单体电池电压为 3.65V，每个 8 块单体电池组成一个模组，如图 1-1-10 所示；每个模组电压为 29.2V，整个动力电池模组共有 14 个电池模组串联而成，如图 1-1-11 所示，共 408.8V。



图 1-1-10 秦 EV 电池模组

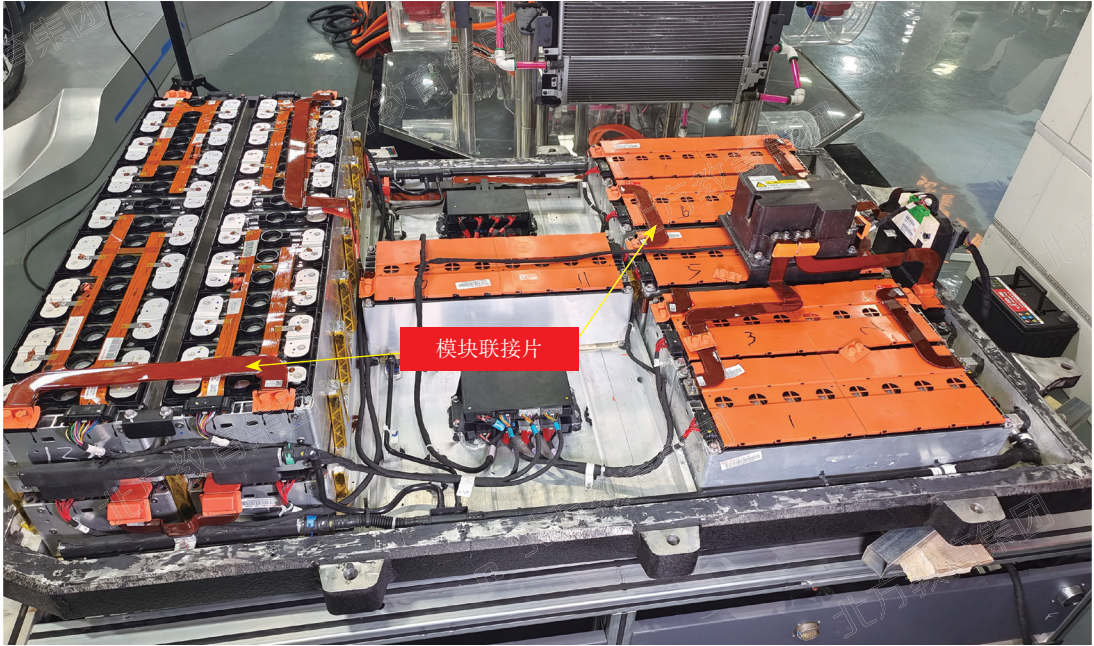


图 1-1-11 秦 EV 高压电池包

电池的连接如图 1-1-12 所示，3 号电池组的正极为总正极输出，3 号的负极连接 4 号的正极，4 号的负极连接 5 号的正极，5 号的负极连接 7 号的正极，7 号的负极连接 8 号的正极，8 号的负极连接 9 号的正极，9 号的负极连接 10 号的正极，10 号的负极连接 11 号的正极，11 号的负极连接 12 号的正极，12 号的负极连接 13 号的正极，13 号的负极连接 14 号的正极，14 号的负极连接 6 号的正极，6 号的负极连接 2 号的正极，2 号的负极连接 1 号的正极，1 号的负极为总负极输出。

3 号输出总正极和 1 号输出的总负极连接到高压输出控制装置。

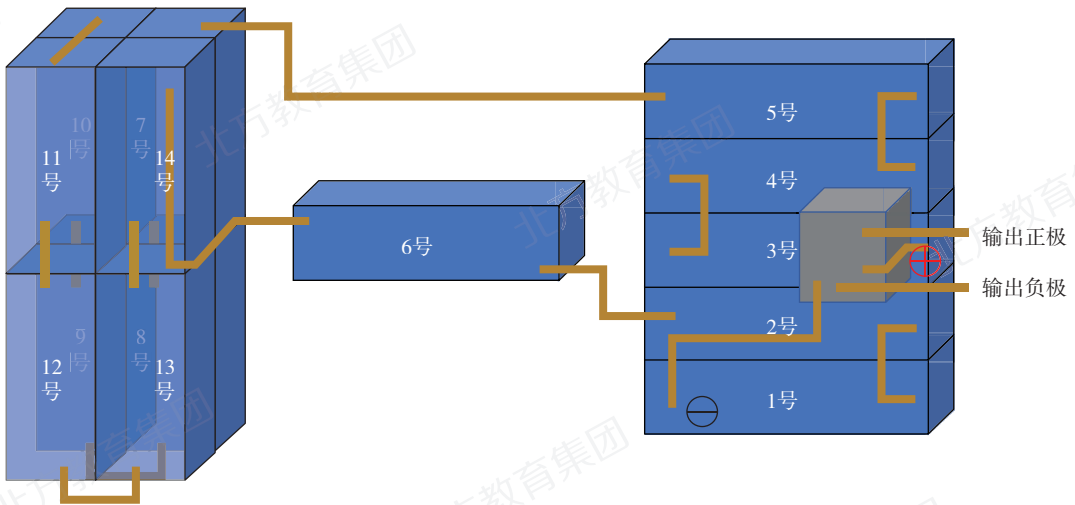


图 1-1-12 电池的连接

## 二、任务实施

实施电动汽车高压维修时，一定要遵守电动汽车维修的高压防护规范，设置车辆标识和安全工作区、按要求佩戴高压防护用具、严格遵守高压操作流程。

### 1. 使用诊断仪检测电池电压

(1) 首先将诊断仪的与车辆相连接，如图 1-1-13 所示，并将点火开关打到 ON 档。



图 1-1-13 连接诊断仪

(2) 打开诊断仪，选择“诊断”，如图 1-1-14 所示。



图 1-1-14

(3) 选择相应车型，如图 1-1-15 所示。



图 1-1-15

(4) 选择“诊断”选项，如图 1-1-16 所示。

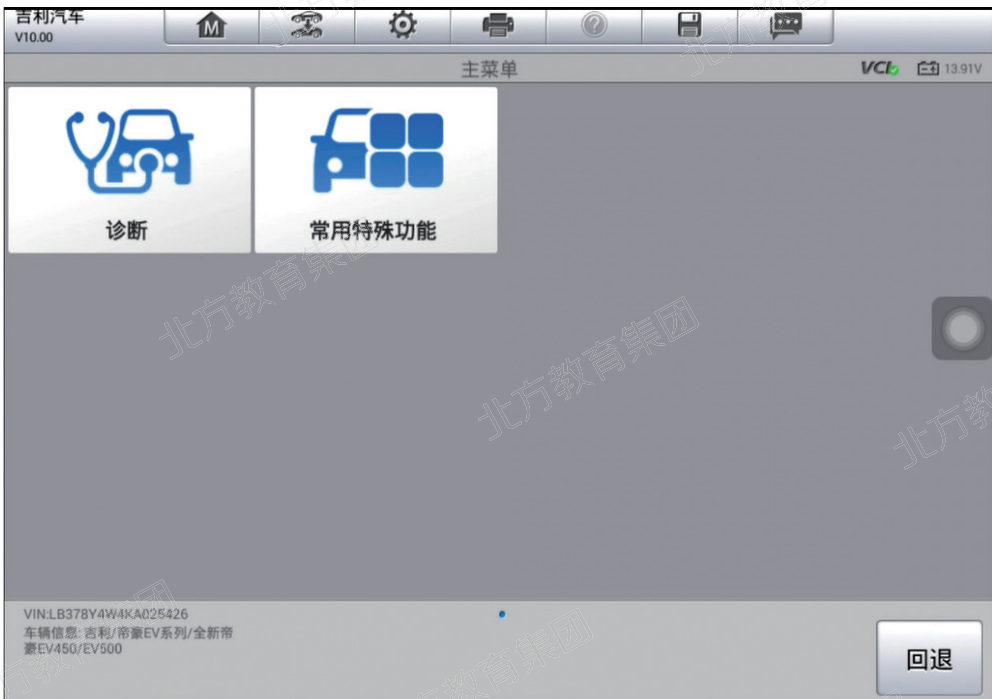


图 1-1-16

(5) 选择读诊断的系统——“电源管理系统”，如图 1-1-17 所示。



图 1-1-17

(6) 选择诊断选项“读取数据流”，如图 1-1-18 所示。即可读出各模组各单体电池电压。如图 1-1-19 所示。



图 1-1-18

名称	值	单位
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_1	3.84	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_2	3.84	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_3	3.83	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_4	3.84	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_5	3.83	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_6	3.84	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_7	3.83	伏
<input type="checkbox"/> 电压_模组_1_电芯_8	3.84	伏

图 1-1-19

## 2. 使用万用表检测电压

### (1) 单体电压的测量

使用万用表 20V 直流电压档，红表笔接触电池模组单体电池的正极，黑表笔接触负极，即可测出单体电池电压。如果黑表笔和红表笔接反，所测电压显示负值，图 1-1-20 所示。

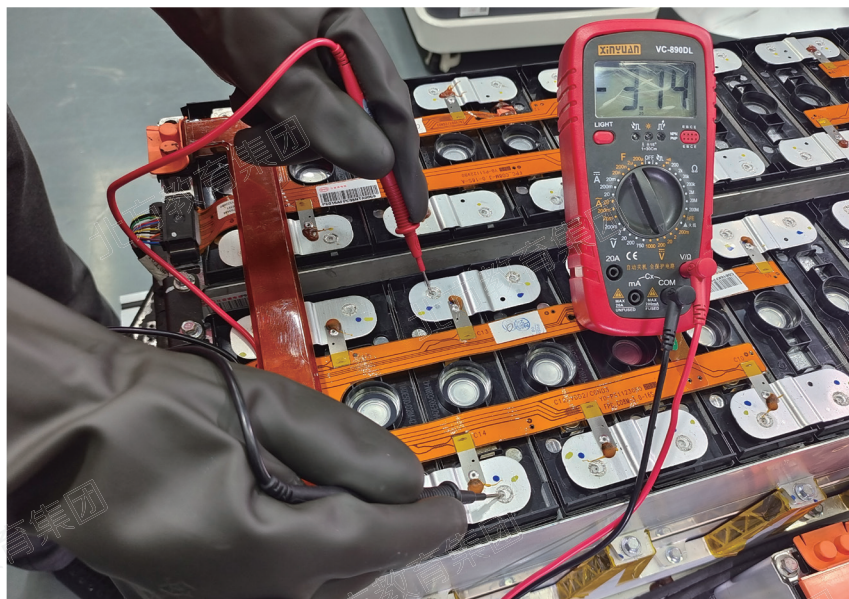


图 1-1-20 单体电池电压

### (2) 电池模组的测量

使用万用表 200V 直流电压档，红表笔接触电池模组的正极，黑表笔接触负极，即可测出该电池模组的电压。如果黑表笔和红表笔接反，所测电压显示负值，图 1-1-21 所示。

### (3) 电池总电压的测量

以秦 EV 为例，使用万用表 1000V 直流电压档，红表笔接触 3 号电池模组的正极输出，黑表笔接触 1 号电池模组的负极输出，即可测出该电池模组的电压。如果黑表笔和红表笔接反，所测电压显示负值，图 1-1-22 所示。

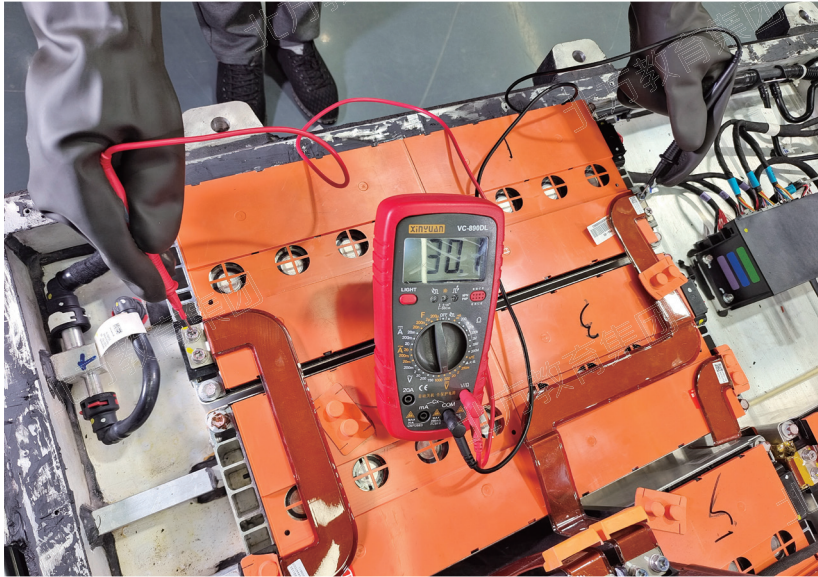


图 1-1-21 模块电压

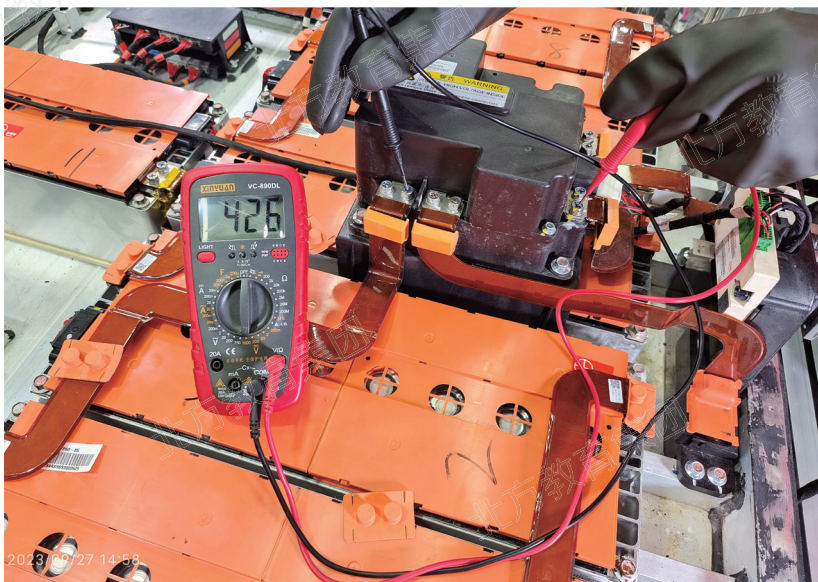


图 1-1-22 高压电池总电压

## 任务二 单体电池的检测

### 学习目标

#### 知识目标

- 电池的标称电压、容量、容量密度、能量、能量密度、比能量的含义
- 电池的充放电指标
- SOC 值的计算方法

#### 能力目标

- 电池的分容

## 一、技术原理

### 1. 基本指标

#### (1) 标称电压

在一定的条件下，电池正极和负极之间的电位差。

磷酸铁锂电池的标称电压为 3.2V，三元锂电池的标称电压为 3.6~3.7V。

#### (2) 容量

容量可分为额定容量和实际容量。

**额定容量：**按规定的条件完全充电后的电池所能提供的电量。通常用 Ah 来表示，1Ah 表示当电池完全充电后，如果用 1A 的电流放电，1h 把电池的电能放完。

**实际容量：**表示当前电池的实际容量。

**SOC 值：**为了形象表示电池的实际容量，用 SOC 值进行表示。SOC 值是电池当前的实际容量与额定容量的百分比。SOC 值显示在仪表上，如图 1-2-1 所示。

#### (3) 容量密度

容量密度是反应电芯容量能力的参数，从质量和体积两个方面进行衡量。容量密度越高，电芯的质量或体积就越小，电芯就越好。

**质量密度：**表示单位质量的电芯的容量，单位为 Ah/Kg。



图 1-2-1

体积密度：表示单位体积的电芯的容量，单位为 Ah/L。

#### (4) 能量

按规定的条件完全充电后的电池所能提供的能量。通常用 Wh 或 KWh（俗称“度”“°”）来表示。

#### (5) 能量密度

单位体积的电芯储存的能量，单位 Wh/L。

#### (6) 比能量

指单位质量的能源所含能量的多少，单位 Wh/Kg。

## 2. 充放电指标

### (1) 充电截止电压与过充

为防止电池过充，设定一个充电上限，达到该电压值则停止充电。磷酸铁锂电池的充电截止电压 3.65V，三元锂电池的充电截止电压是 4.2V。

电池的实际最高电压超过了规定的充电截至电压成为过充。

### (2) 放电截止电压与过放

为防止电池过放，设定一个放电下限，达到该电压值则停止放电。磷酸铁锂电池的放电截止电压 3.1V，三元锂电池的放电截止电压是 2.5V。

电池的实际最低电压低于了规定的放电截至电压称为过放。

### (3) 充放电倍率

用来表示电池充放电电流大小的比率，即倍率，充放电倍率=充放电电流 / 额定容量。

如 1200mAh 的电池，0.2C 表示 240mA（1200mAh 的 0.2 倍率），1C 表示 1200mA（1200mAh 的 1 倍率）。

### (4) 充放电循环次数

是指在一定充放电制度下，蓄电池容量将至某一规定值之前，蓄电池所承受的循环次数，也称为蓄电池的循环寿命。

### 3.SOC 值的计算

是电池当前的实际容量与额定容量的百分比。

对于一个电池来说，额定容量是固定的。

但电池当前的实际容量是不能直接测量的。电池从充满电（此时 SOC 值为 100%）开始，逐渐的放电，放电的多少和电池的温度、电压的变化、电流的大小有着很大的关系，并且这些数据还会随着时间的累计而变化。因此，在电池容量消耗过程中，需要累计计算电池的温度、电压的变化、电流的大小的变化和持续的时间，计算出电池容量消耗的量，从而计算出电池当前的剩余容量也就是实际容量，如此也就计算出了 SOC 值。

### 4. 单体电池串并联的参数

#### (1) 电压

将多个型号参数相同的单体电池串联，总电压是单体电池电压与所串联电池数量的乘积，如图 1-2-2 所示。

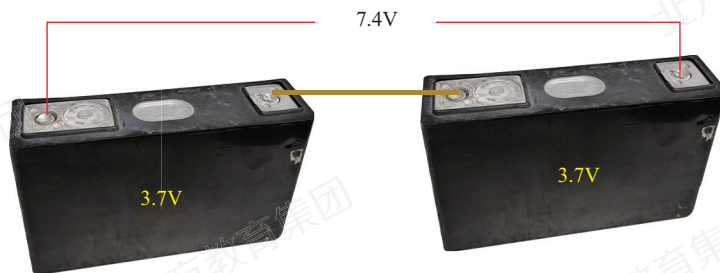


图 1-2-2

将多个型号参数相同的单体电池并联，总电压是单体电池电压，如图 1-2-3 所示。



图 1-2-3

### (2) 容量

将多个型号参数相同的单体电池串联，总容量是单体电池的容量，如图 1-2-4 所示。



图 1-2-4

将多个型号参数相同的单体电池并联，总容量是单体电池容量与所并联电池数量的乘积，如图 1-2-5 所示。

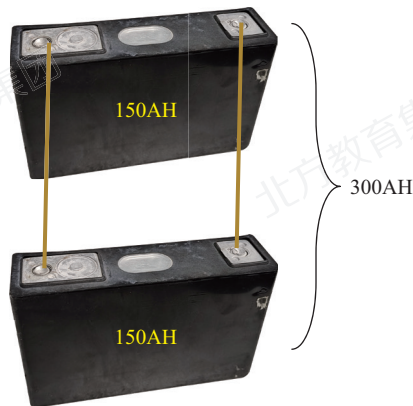


图 1-2-5

### (3) 电量

将多个型号参数相同的单体电池串联，总电量是单体电池电量与所串联电池数量的乘积，如图 1-2-6 所示。

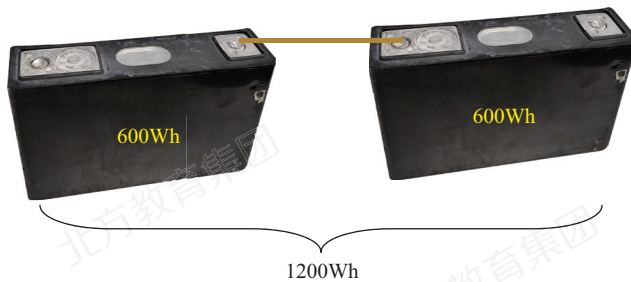


图 1-2-6

将多个型号参数相同的单体电池并联，总电量是单体电池电量与所并联电池数量的乘积，如图 1-2-7 所示。

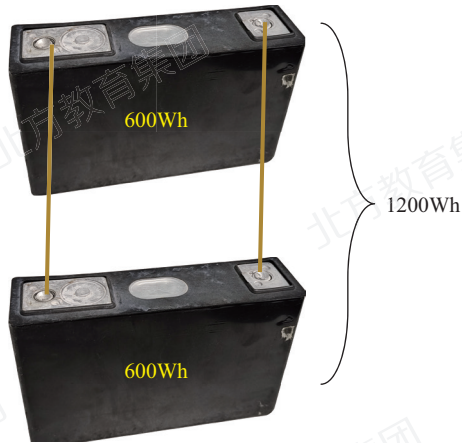


图 1-2-7

## 二、任务实施

实施电动汽车高压维修时，一定要遵守电动汽车维修的高压防护规范，设置车辆标识和安全工作区、按要求佩戴高压防护用具、严格遵守高压操作流程。

### 锂电池分容

锂电池分容是指锂电池制作好后进行容量分选、性能筛选分级。其方式是通过对电池进行充电放电，通过检测分容满充时候的放电容量，来确定锂电池的容量。

对于使用一段时间的锂电池，若频繁出现某节电池电压一直低的情况，可以采用分容的方法对其进行容量分析，以确定其与电池额定容量的差异，以判断此时锂电池实际的健康状态。

#### (1) 分容过程

##### 1) 测量电压

对于需要维修的电池，一定要测量并记下维修时电压，以便维修后进行恢复，使其SOC值与BMS基本一致。

##### 2) 充电

充电可以使用恒流充电或恒压充电，这里要设置到充电截止电压和最大充电电流。

充电截止电压设置：

三元锂电池——其标称电压为3.6~3.7V，其充电截止电压为4.2V。

磷酸铁锂电池——其标称电压为3.2V，其充电截止电压为3.65V。

充电电流的设置：

充电电流设置要考虑两个方面，一个是维修设备所允许的电流，一个是电池的容量，一般按0.2C充电。

##### 3) 静置

将电池充到截止电压后静置 30 分钟以上，以确保电池内部化学物质的稳定。

#### 4) 放电

放电可以采用恒流放电或恒阻放电，这里要设置到放电截止电压和放电电流。

放电截止电压设置：

三元锂电池——其标称电压为 3.6~3.7V，其放电截止电压为 3.1V。

磷酸铁锂电池——其标称电压为 3.2V，其放电截止电压为 2.5V。

放电电流的设置：

放电电流设置要考虑两个方面，一个是维修设备所允许的电流，一个是电池的容量，一般按 0.2C 充电。

#### 5) 读取数据

放电结束后即可读取电池的实际容量。

#### 6) 恢复电压

读取电池数据后，要恢复到原来电压，这样就可以取保与 BMS 内存储的 SOC 值一致。恢复电压我们一般采用统一恢复到原电压的平均值即可。

### (2) 分容操作

在电池维修中，电池均衡修复仪（如图 1-2-8 所示）均有分容功能。

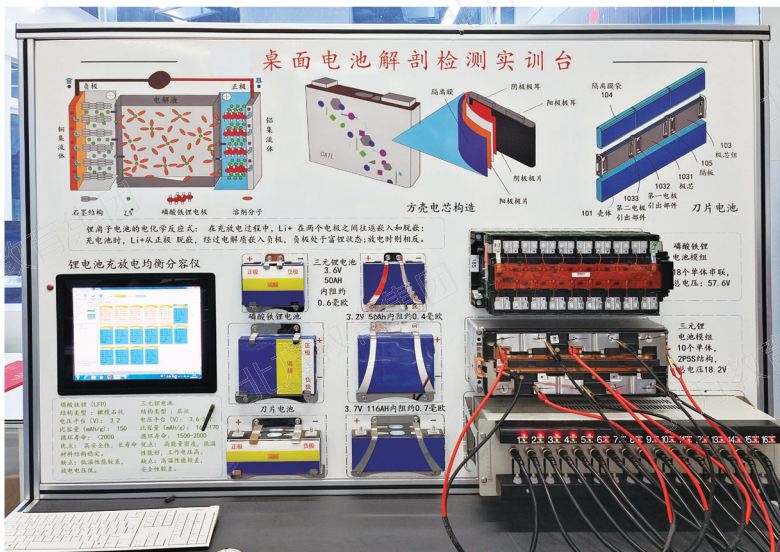


图 1-2-8 电池均衡修复仪

其过程如下：

1) 将电池夹与电池相连接。

2) 测量单体电压

对于需要维修的电池，一定要测量并记下维修时电压，以便维修后进行恢复，使其 SOC 值与 BMS 基本一致。

3) 编辑工步

编辑充电工步，以 150Ah 锂电池为例，其充电截止电压设置到 4200mV，充电电流可以设置到 30000mA，考虑到设备实际允许电流，设置到 10000mA，如图所示 1-2-9 所示。

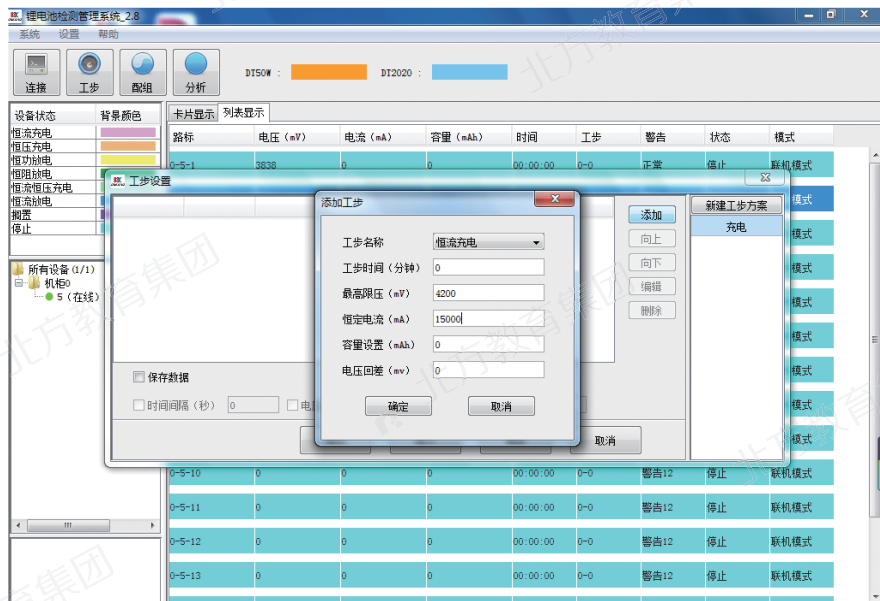


图 1-2-9 编辑充电工步

编辑放电工步，以 150Ah 锂电池为例，其充电截止电压设置到 3100mV，充电电流可以设置到 30000mA，考虑到设备实际允许电流，设置到 10000mA，如图 1-2-10 所示。

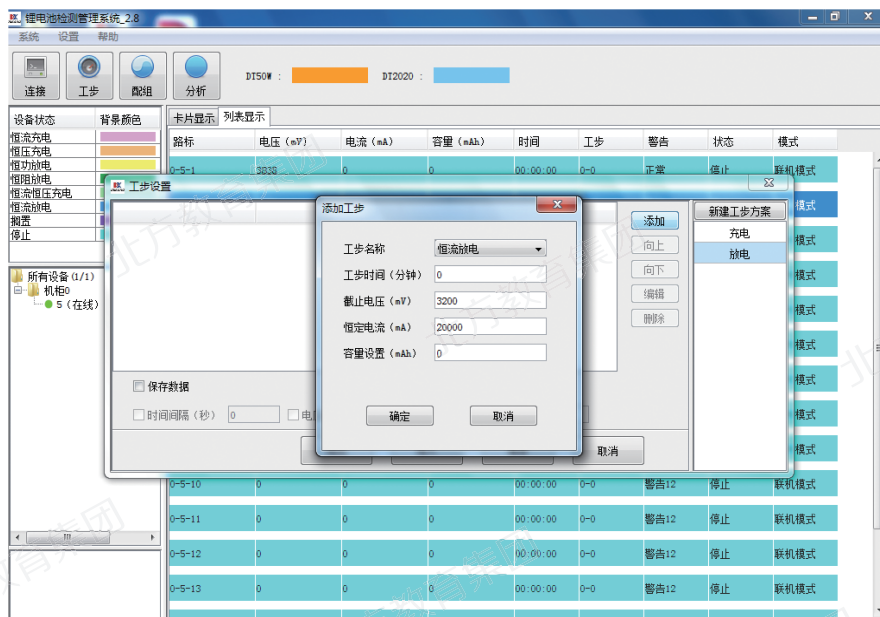


图 1-2-10 编辑放电工步

恢复电压工步，进行充电，充电至其平均电压值 3900mV。其充电截止电压设置到 3900mV，充电电流可以设置到 30000mA，考虑到设备实际允许电流，设置到 10000mA，如图 1-2-11 所示。

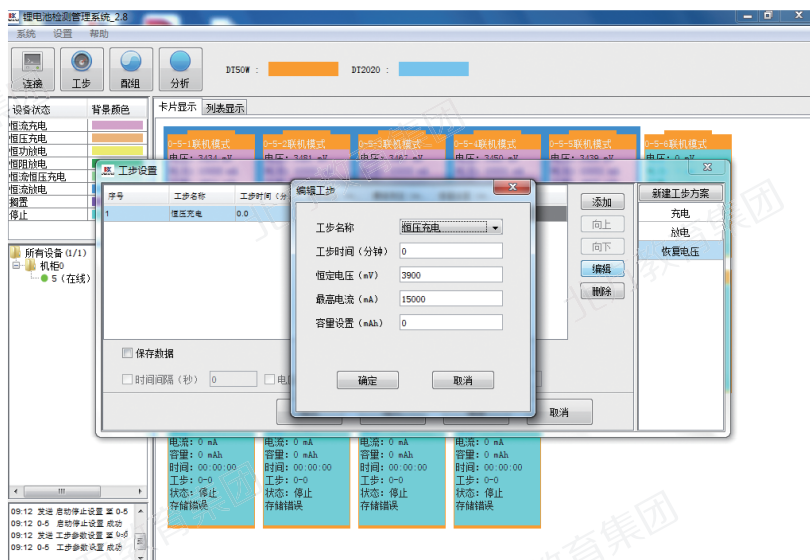


图 1-2-11 编辑恢复电压工步

#### 4) 充电

选择充电工步（如图 1-2-12 所示）进行充电，充电运行中，屏幕显示充电时的电压变化和充电电流，如图 1-2-13 所示。充电过程中的电池充电指示灯点亮，当电池充到截止电压时，该电池对应的充电指示灯熄灭。图 1-2-13 显示的为 1、3 号电池处于充电状态，2、4、5 号电池处于充满状态的屏幕显示状态和仪器指示灯指示状态。

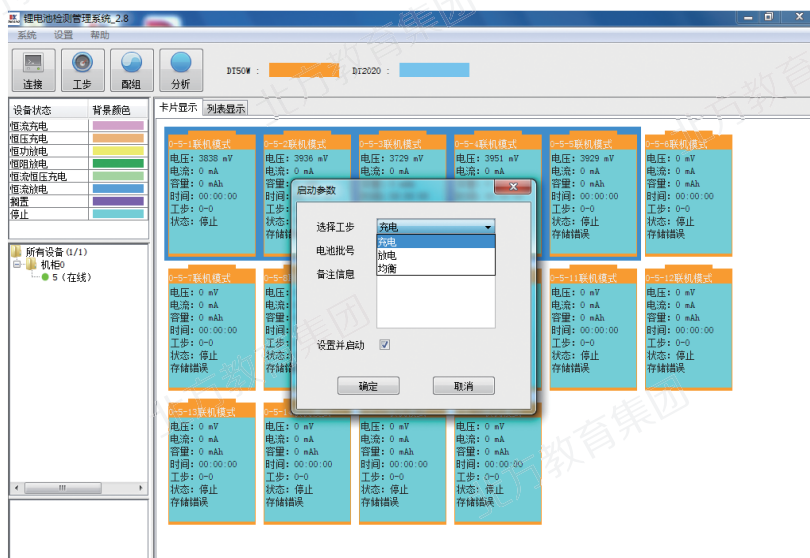
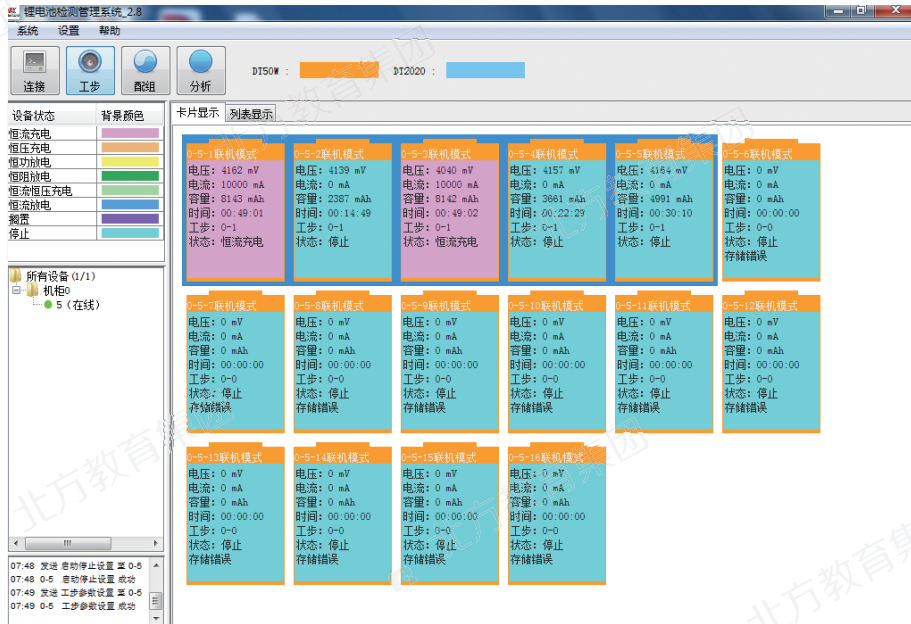


图 1-2-12 选择充电工步



充电和截止屏幕显示



充电和截止时指示灯显示

图 1-2-13 充电和截止状态的显示

### 5) 静置

当所有电池充电完毕后，静置 30 分钟以上。

### 6) 放电

选择放电工步（如图 1-2-14 所示）进行放电，充电运行中，屏幕显示放电时的电压变化和放电电流，如图 1-2-15 所示。放电过程中的电池充电指示灯点亮，当电池放到截止电压时，该电池对应的放电指示灯熄灭。图 1-2-15 显示的为 1、3、5 号电池处于放电状态，2、4 号电池处于放满状态的屏幕显示状态和仪器指示灯指示状态。

### 7) 读数

当电池放电结束后，即可读出电池的实际容量。从图 1-2-15 中我们可以读出 2 号和

4 号的电池的容量读数为 123.49Ah 和 126.781Ah，相对与其额定 150Ah，其检测容量约为核定容量的 80% 和 84%，已经接近电池的寿命终结状态。

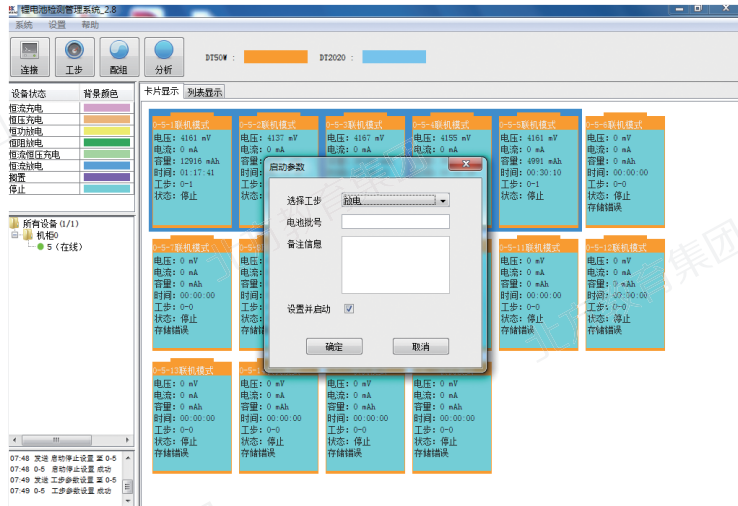


图 1-2-14 选择放电工步



放电和截止屏幕显示



放电和截止时指示灯显示

图 1-2-15 放电和截止状态的显示

8) 充电至原电压的平均电压值

选择恢复电压工步进行充电，如图 1-2-16 所示。当电池充到所设定的平均电压时，该电池对应的充电指示灯熄灭，充电完成。

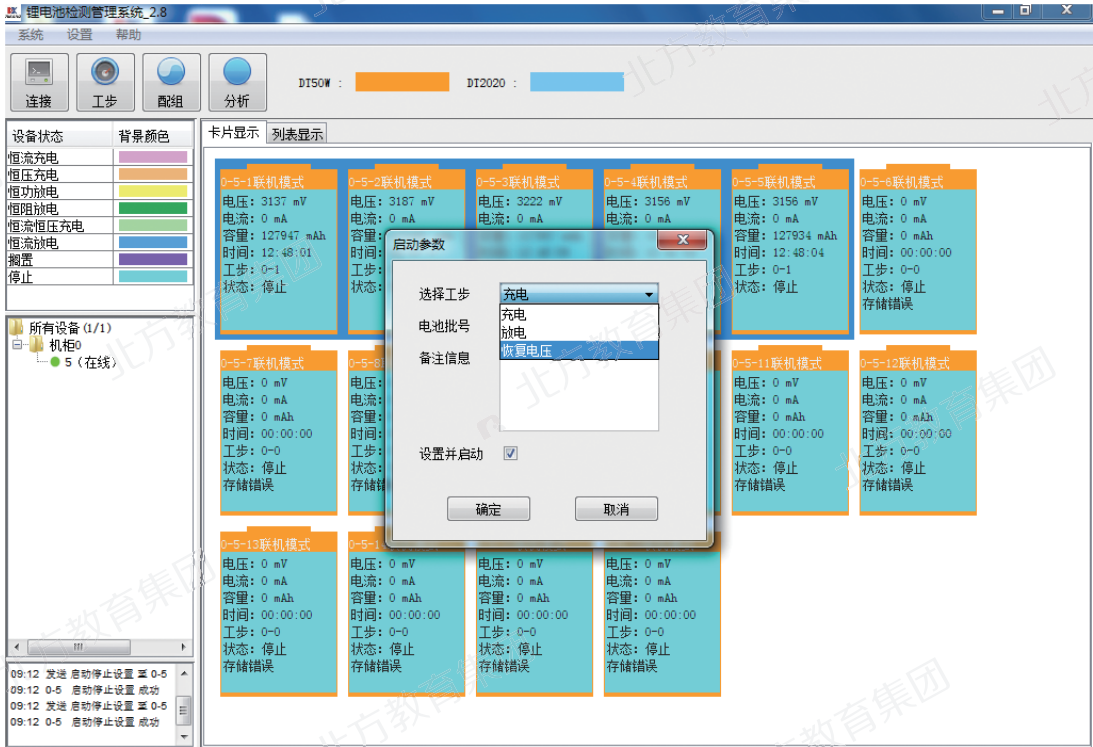


图 1-2-16 选择恢复电压工步

# 任务三 高压电池的输出生控制

## 学习目标

### 知识目标

- 高压电池的输出生控制单元的结构
- 直流接触器的结构
- 直流输出生控制电路
- 直流输出生电、下电控制过程

### 能力目标

- 预充失败的故障诊断
- 主正接触器烧连的故障诊断
- 主接触器上电失败的诊断

## 一、技术原理

高压电池包内电池模组进行串联形成总的正极和负极到达电池包的顶端，到达高压电源输出生控制单元，然后输出生。如图 1-3-1 所示，为秦 EV 高压电池组的输出生控制单元。内部包括高压直流接触器、预充接触器、预充电阻、高压保险、电流传感器等。

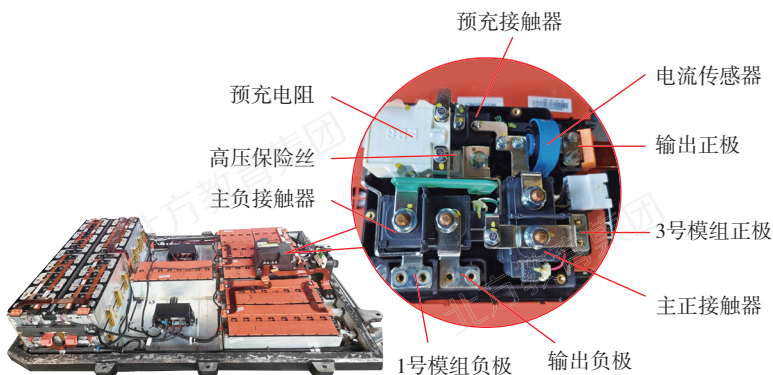


图 1-3-1 高压电源输出生控制单元

高压直流接触器控制着高压直流电的输出。

### 1. 高压直流接触器

高压电的输出由高压直流接触器控制，高压直流接触器如图 1-3-2 所示。

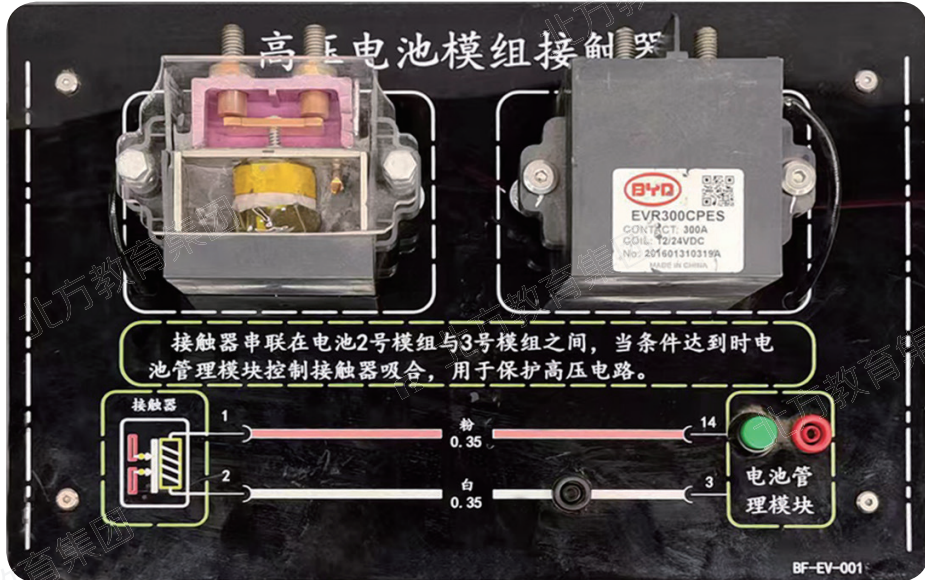


图 1-3-2 高压直流接触器

高压直流接触器由两部分组成，一个是线圈部分，一个是触点部分，线圈由 14V 的低压电进行控制，其电路如图 1-3-3 所示。

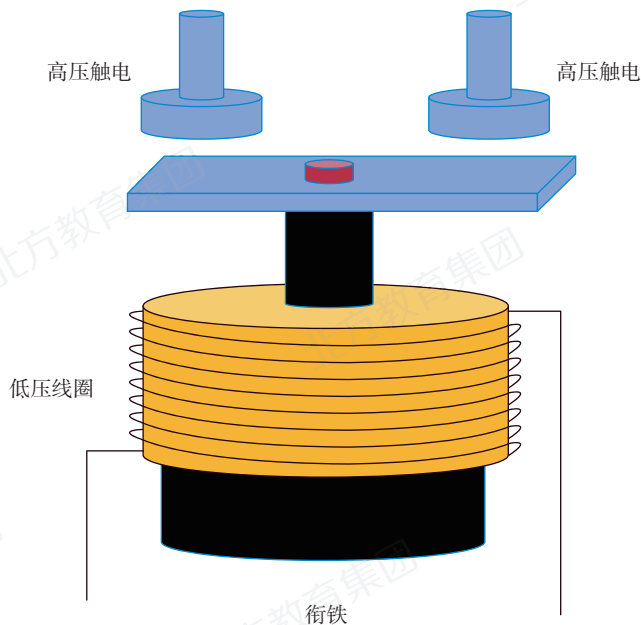


图 1-3-3 高压直流接触器电路

## 2. 预充电阻

预充电阻电阻是起到限流的作用。在上电时，主正接触器接触之前，预充接触器接通，先通过预充电阻上电，有效保护电容、保险。减少了之后主正接触器接触时的通过电流，保护了主正接触器的触点。

## 3. 高压保险丝

高压保险丝安装在高压电池组和总负接触器之间，如图 1-3-4 所示，起到高压电路保护作用。



图 1-3-4 高压保险丝

## 4. 高压输出控制电路

图 1-3-5 所示，为秦 EV 接触器控制电路，高压输出控制装置的控制通过高压包上低压端子 BK51（如图 1-3-5 所示）输出，并于 BMS 的 BK45A（如图 1-3-6 所示）相连接。端子信息如表 1-3-1 所示。

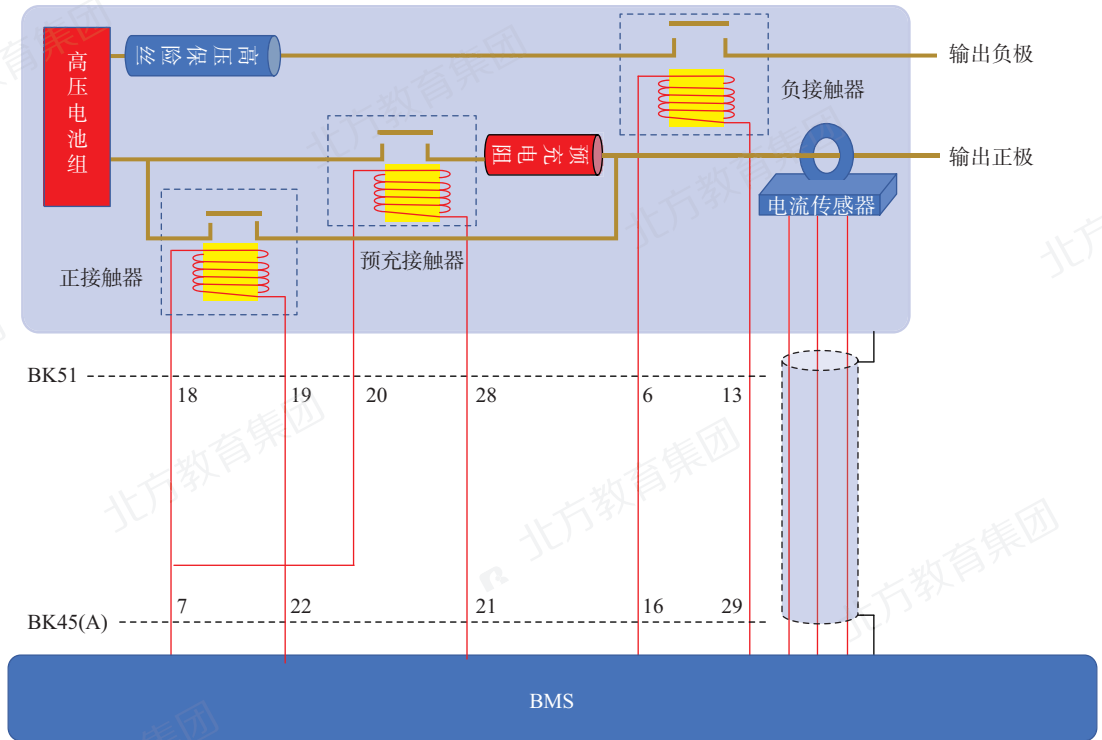
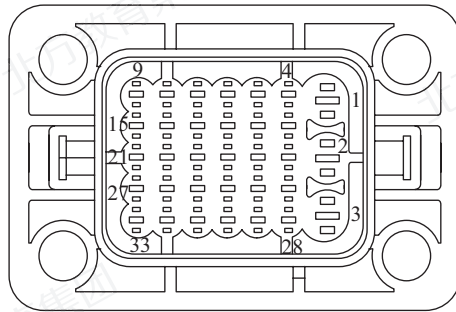
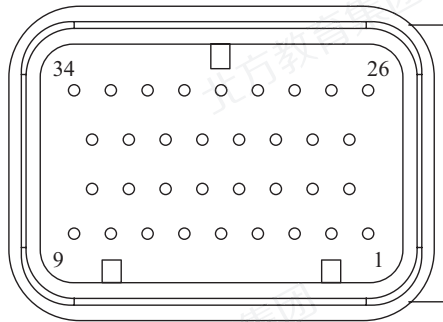


图 1-3-5 秦 EV 高压输出控制电路



BK51



BK45A

图 1-3-6 高压接触器控制端子

表 1-3-1 高压接触器 BK51 BK45A 端子含义

引脚号			端口名称	端口定义	信号类型	电源性质（比如：常电）	端子测量	
BK51	BK45A	BK45B					测量条件	正常值
18	7		预充 / 主极接触器电源 +12V	预充接触器电源 +12V 电源输出	电压	双电路	ON 挡 / OK 挡 / 充电	9~16V
20				主接触器电源 +12V 电源输出				
19	22		主接触器控制信号	主接触器控制信号输出，拉低导通	电平信号		主接触器吸合时	小于 1V
28	21		预充接触器控制信号	预充接触器控制信号输出，拉低导通	电平信号		预充过程中	小于 1V
6	16		负极接触器电源 +12V	负极接触器 +12V 电源输出	电压	双电路	ON 挡 / OK 挡 / 充电	9~16V
13	29		负极接触器控制信号	负极接触器控制信号输出，拉低导通	电平信号		负极接触器吸合时	小于 1V

## 5. 上电下电的控制

下面以秦 EV 为例说明接触器的工作过程。

### (1) 上电过程

上电时，BMC 通过 BK45A 的 16 号端子给负接触器的线圈供 12V 电源，同时，通过 BK45A 的 19 号端子控制负接触器的线圈接地，负接触器的线圈产生磁场，将触点吸合，负接触器接通。

随后，BMC 通过 BK45A 的 7 号端子给预充接触器和正接触器的线圈供 12V 电源，同时，通过 BK45A 的 21 号端子控制预充接触器的线圈接地，预充接触器的线圈产生磁场，将触点吸合，预充接触器接通。

当 BMC 检测到预充接触器接通后，通过 BK45A 的 22 号端子控制正接触器的线圈接地，正接触器的线圈产生磁场，将触点吸合，正接触器接通。

当 BMC 检测到正接触器接通后，切断 BK45A 的 21 号端子的接地，预充接触器的线圈磁场消失，将触点断开，至此上电过程结束。

### (2) 下电过程

下电时，BMC 通过 BK45A 的 21 号端子控制预充接触器的线圈接地，预充接触器的线圈产生磁场，将触点吸合，预充接触器接通。

随后，当 BMC 切断 BK45A 的 22 号端子的接地，正接触器的线圈磁场消失，将触点断开。

当 BMC 检测到正接触器断开后，切断 BK45A 的 21 号端子的接地，预充接触器的线圈磁场消失，将触点断开。

随后 BMC 切断 BK45A 的 29 号端子的接地，负接触器的线圈磁场消失，将触点断开，同时切断 BK45A 的 7 号 16 号的接触器供电电源，至此下电过程结束。

## 二、任务实施

实施电动汽车高压维修时，一定要遵守电动汽车维修的高压防护规范，设置车辆标识和安全工作区、按要求佩戴高压防护用具、严格遵守高压操作流程。

以下以秦 EV 为例讲解故障诊断的方法。

### 1. 预充失败

#### (1) 故障原因

低压电池电量低，动力电池温度过高及其他高压部件故障等，预充接触器及预充电阻故障。

#### (2) 故障码

P1A3400 预充失败故障。

P1A3F00 预充接触器回检故障。

#### (3) 检测

1) 检查低压电池电压在 11-14V，如图 1-3-7 所示，否则进行充电，并检查 DC-DC 系统。

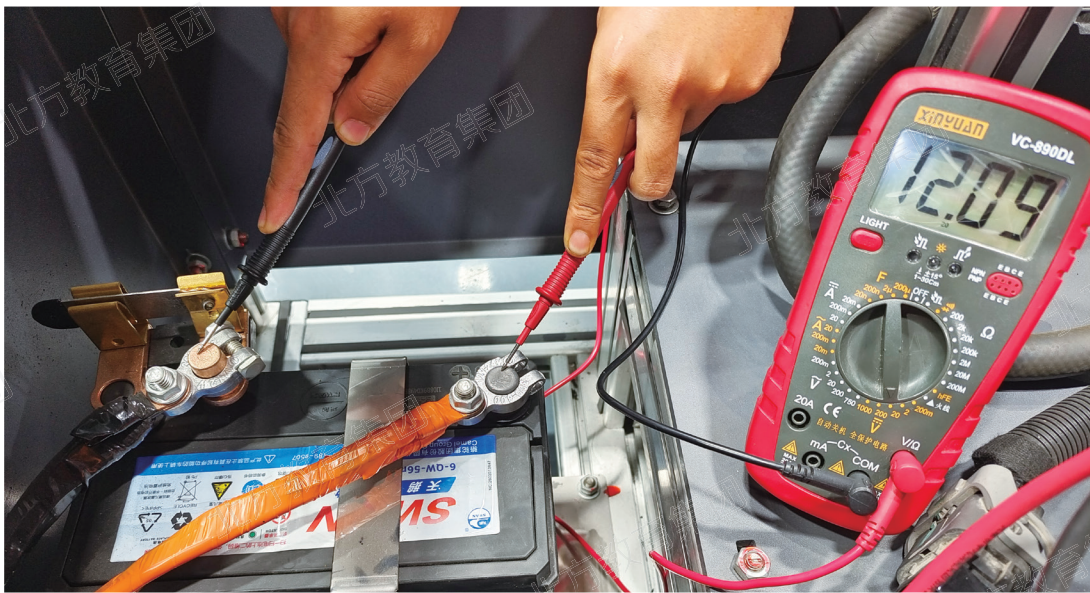


图 1-3-7 测量低压电池电压

2) 观察仪表 SOC 值，如果电池亏电，则充电。

3) 诊断仪有无漏电严重的故障码，如漏电严重，则需要对电驱动总成、充配电总成、空调压缩机和 PTC 等高压部件进行漏电检测。

4) 读取数据流观察动力电池是否温度过高，如果温度过高，应检查电池冷却系统。

5) 如以上均无问题，则检查 BMC 的 BK45A 插头 7 号端子，上电后应有 12V 电压输出，如图 1-3-8 所示，如无电压输出，为 BMC 故障。随后检查 BMC 的 BK45A 插

头 21 号端子，此端子为控制器对接触器的控制端，上电结束后，应该为 12V，如图 1-3-9 所示，若没有无此电压，证明预充接触器低压线圈出现故障；此端子上电瞬间电压应为小于 1V，如图 1-3-10 所示，此后恢复 12V，若无此电压变化，则为 BMC 故障，若有此电压变化，则为接触触点故障。

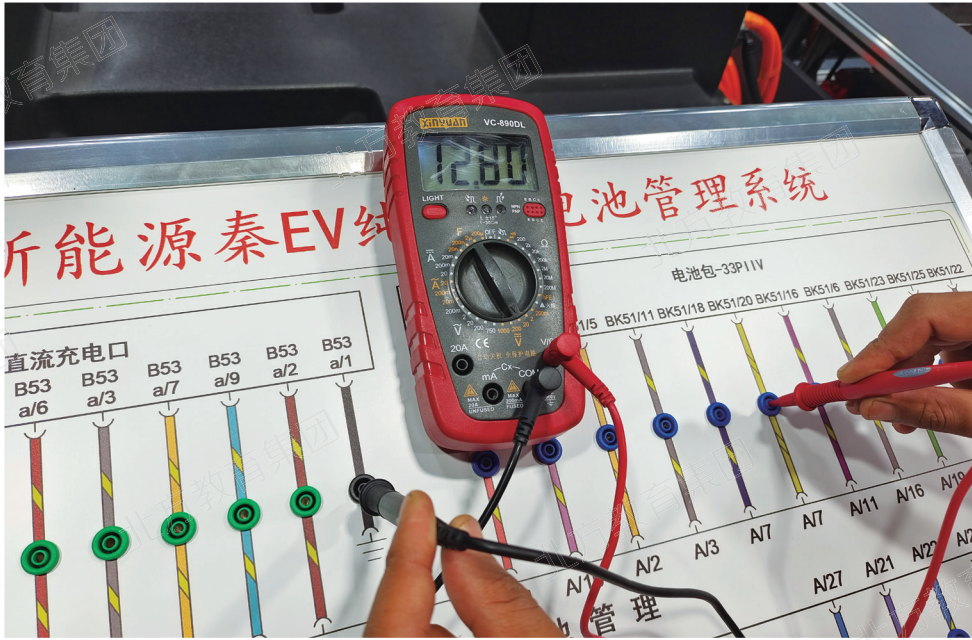


图 1-3-8 BK45A 插头 7 号端子测量

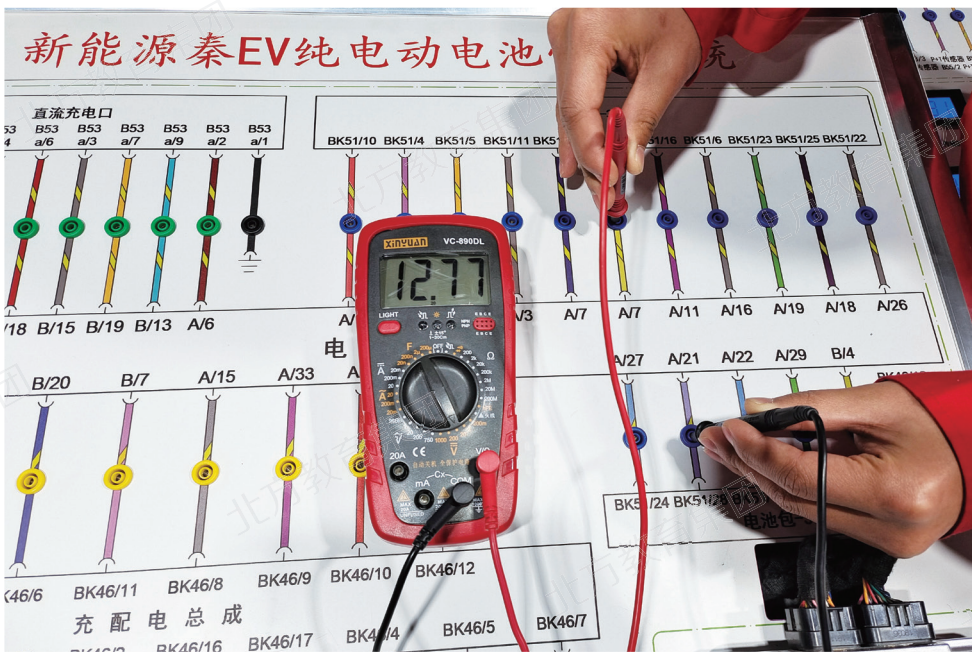


图 1-3-9 BK45A 插头 21 号端子测量

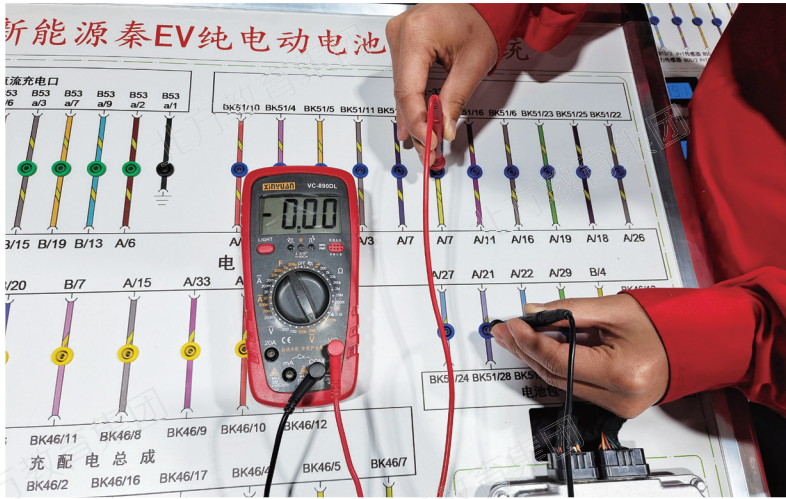


图 1-3-10 预充电时 BK45A 插头 21 号端子测量电压

## 2. 主接触器烧结

### (1) 故障码

P1A4100 主接触器烧结故障。

P1A4200 负极接触器烧结故障。

### (2) 主接触器烧连确认

#### 1) 正接触器检测

电动汽车下电后，用万用表 2000V 直流档，负表笔测 1 号电池组负极输出端，正表笔测正接触器两个触点输出柱，如图 1-3-11 所示。如果均为高压电池电压，则为该接触器烧连。

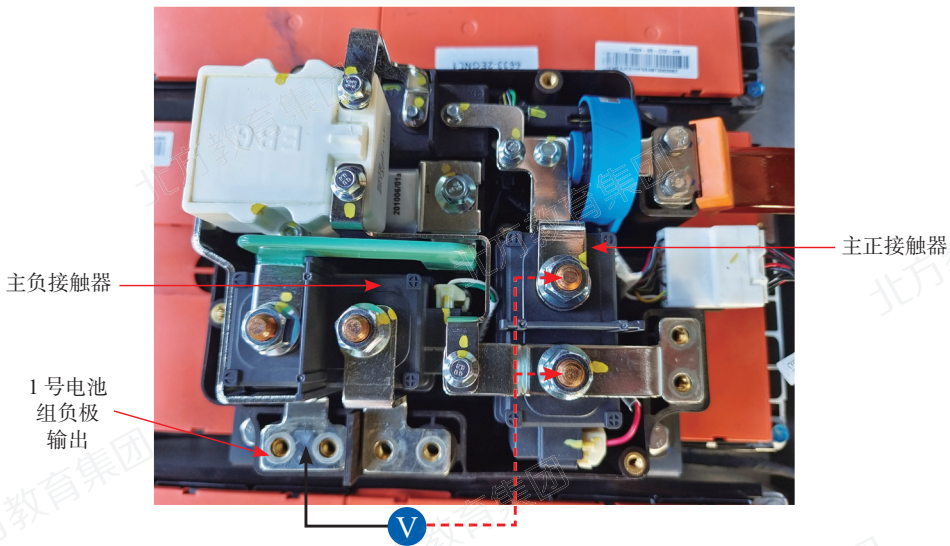


图 1-3-11 正接触器检测点

## 2) 负接触器检测

电动汽车下电后，用万用表 2000V 直流档，正表笔测 3 号电池组正极输出端，负表笔测负接触器两个触点输出柱，如图 1-3-12 所示。如果均为高压电池电压，则为该接触器烧连。

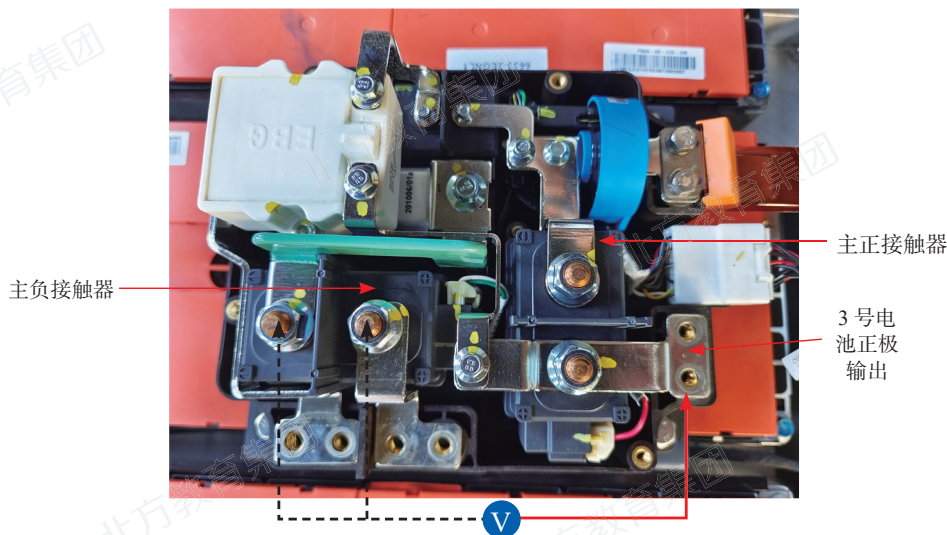


图 1-3-12 负接触器检测点

## (3) 故障原因

主接触器触点烧连、BMC 未能给主接触器断开控制。

## (4) 主正接触器故障诊断

下电后测量 BMC BK45A 插头 7 号端子与 22 号端子电压，应为 0V，如图 1-3-13 所示，若此电压在 12V，证明主正接触器线圈在通电，为 BMC 故障，如果为正常的 0V，则说明主正接触器触点烧连。

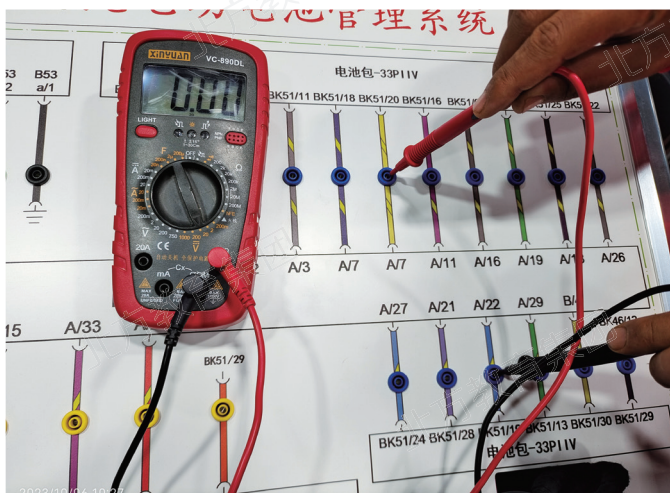


图 1-3-13 下电后 BK45A 插头 7 号端子与 22 号端子电压

### 3. 主接触器接通失败

如果未出现预充失败的故障，但电池包没有高压输出，则是主接触器上电失败，主正接触器和主负接触器均有可能出现故障。

#### (1) 故障码

P1A3E00 主接触器回检故障。

#### (2) 主接触器接通失败验证

##### 1) 正接触器测量

电动汽车上电后，用万用表 2000V 直流档，负表笔测 1 号模组负极输出端，正表笔测正接触器两个触点输出柱，应均为高压电池电压，如果有一个输出柱不是高压电池电压，则为该接触器不通电，如果两个均不是高压电池电压，则为高压电池内部有断路现象或维修开关未接触。

##### 2) 负接触器测量

电动汽车上电后，用万用表 2000V 直流档，正表笔测 3 号模组正极输出端，负表笔测负接触器两个触点输出柱，应均为高压电池电压，如果有一个输出柱不是高压电池电压，则为该接触器不通电，如果两个均不是高压电池电压，则为高压电池内部有断路现象或维修开关未接触。

#### (3) 故障原因

主正接触器触点故障、主正接触器线圈故障、BMC 故障。

#### (4) 故障诊断

##### 1) 主正接触器接通失败

检测：上电后，检测 BMC BK45A 插头 7 号端子电压应为 12V（由于预充接触器正常，此电压一定会存在）。随后测 22 号端子电压，若为 12V，如图 1-3-14 所示，则为 BMC 故障；若小于 1V，则为主正接触器接触器故障。可拔下 BMC BK45A 插头，测 7 号端子和 22 号端子阻值，若阻值正常，如图 1-3-15 所示，则为主正接触器触点故障；若阻值无穷大，则为主正接触器线圈故障。

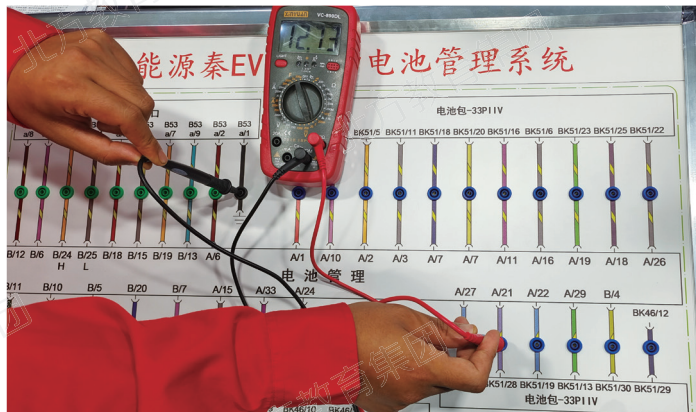


图 1-3-14 上电后 BK45A 插头 22 号端子电压故障电压



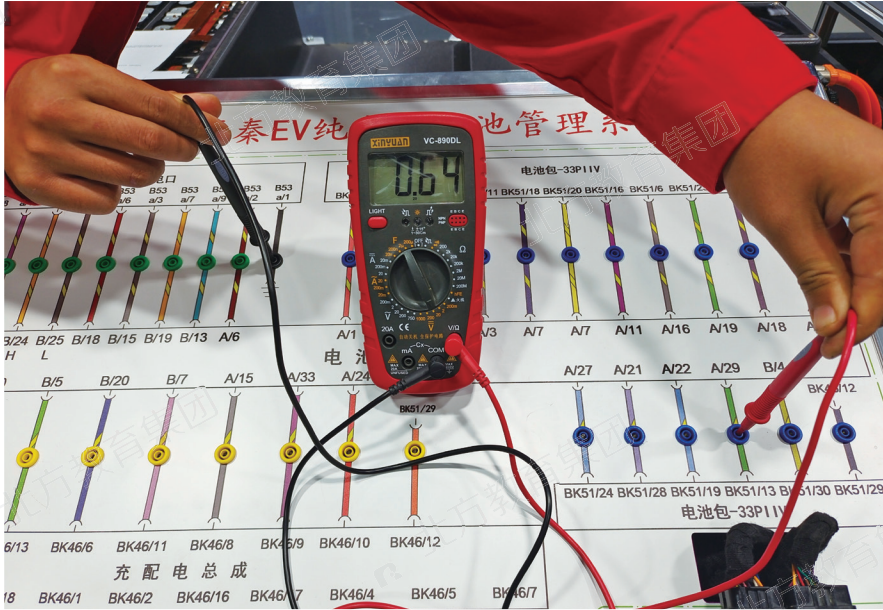


图 1-3-17 BK45A 插头 29 号端子测量

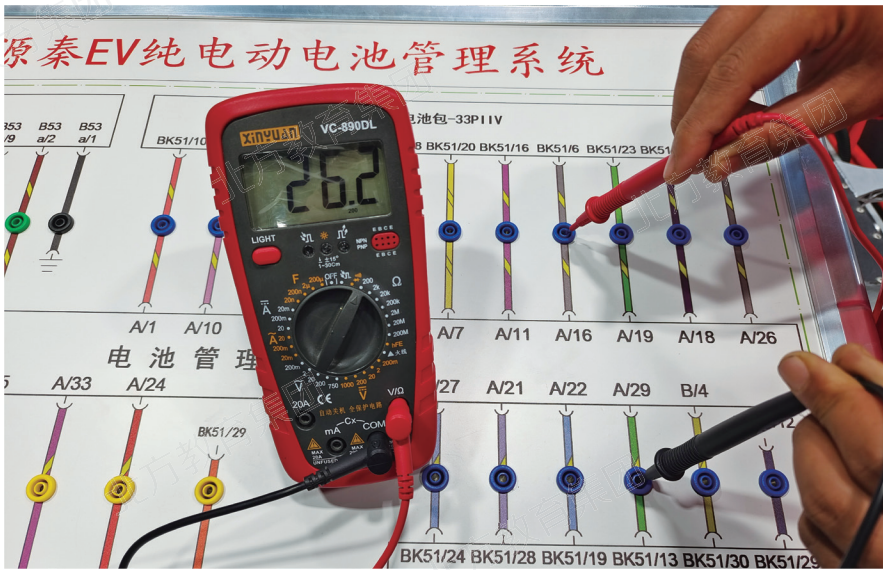


图 1-3-18 BK45A 插头 16 号端子和 29 号端子阻值测量

#### 4. 高压保险丝熔断

高压保险丝熔断后，整车不能提供高压电，应当给予更换。