

# 高压配电

## 一、高压系统概述

在电动汽车上，动力电池要向驱动电机、电动压缩机、PTC（半导体发热本体）等提供电力，同时低压电源的电也是由高压电源通过 DC-DC 进行转化的，还有电网通过车载充电器向动力电池充电，向动力电池充电也可以采用直充的方式。所有这些部件及电缆就构成了高压系统，主要由动力电池、驱动电机、电机控制器、高压配电箱（PDU）、电动压缩机、DC/DC、车载充电机（OBC）、PTC（半导体发热本体）、高压线束、维修开关组成，其中动力电池、驱动电机、高压控制系统为纯电动汽车上的三大核心部件。高压部件它们中间的连接接口，都需要达到一定的防水和机械防护等级。并且高压部件应具有高压危险警告标识，以警示用户与维修人员在保养与维修时注意这些高压部件。

### 1. 动力电池包

与传统的燃油车不同，新能源电动车的整车动力来源是动力电池，而不是发动机。因为，纯电动汽车直接使用电能，不需传统燃油车一样，将燃料燃烧，将产生的排放物排进大气，也因此，为了减少环境污染，新能源汽车的发展是国家积极扶持的。

动力电池的电压一般为 100 ~ 400V 的高压，其输出电流能够达到 300A。动力电池的容量的大小直接影响到整车的续航里程，同时也直接影响到充电时间与充电效率。目前锂离子动力电池是主流，受目前技术的影响，当前绝大部的汽车均采用锂离子动力电池。如图 1 所示。



图 1 动力电池

### 2. 驱动电机与电机控制器 MCU

电机控制器 MCU 将高压直流电转为交流电，并与整车上其他模块进行信号交互，实现对驱动电机的有效控制如图 2。

驱动电机将电能转化为机械能，驱动汽车行驶。与传统燃油车的发动机将燃料燃烧的化学能转为机械能不同，其工作效率更高，能达到 85% 以上，故相比传统汽车，其能量利用率更高，能够减少资源的浪费，如图 3 所示。

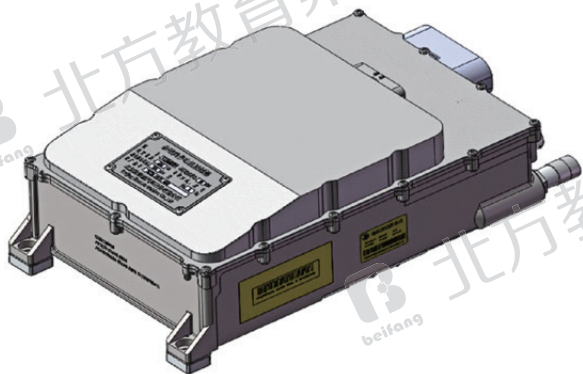


图 2 电机控制器 MCU

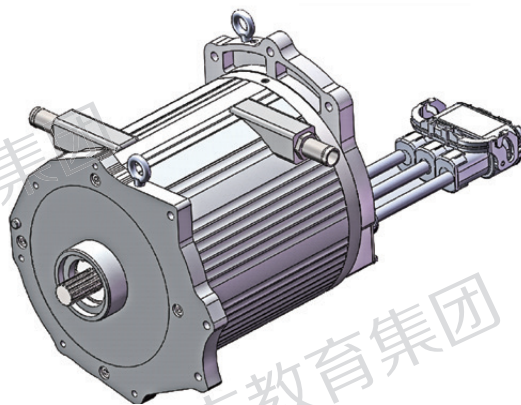


图 3 驱动电机

### 3. 车载充电器 OBC

OBC (On Board Charge) 是一个将交流电转为直流电的装置。因为电池包是一个高压直流电源，当使用交流电进行充电的时候，交流电不能被电池包进行电量储存，因此需要 OBC 装置，将高压交流电转为高压直流电，从而给动力电池进行充电。如图 4 所示。



图 4 OBC

### 4. DC-DC

在新能源汽车上，DC-DC 是一个将高压直流电转为低压直流电的装置。新能源汽车上没有发动机，整车用电的来源也不再是发电机和蓄电池，而是动力电池和蓄电池。由于整车用电器的额定电压是低压，因此需要 DC-DC 装置来将高压直流电转为低压直流电，这样才能够保持整车用电平衡。如图 5 所示。

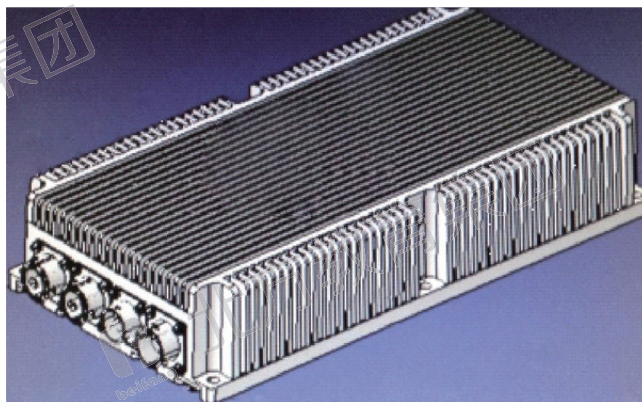


图 5 DC-DC

## 5.OBC 与 DC-DC 二合一控制器

受整车布置的影响，现在很多车将 OBC 和 DC-DC 两个部件合为一个部件，这个部件通常称为二合一控制器，它的作用实际上就是 OBC 与 DC-DC 两个部件的功能的组合。

## 6. 电动压缩机

传统车的压缩机是通过压缩机电磁离合器的吸合，促使发动机带动压缩机运转。电动车没有发动机，它的压缩机是通过高压电源直接驱动的。为了与传统车的压缩机区别，这里将电动车上的空调压缩机称为电动压缩机，如图 6 所示。

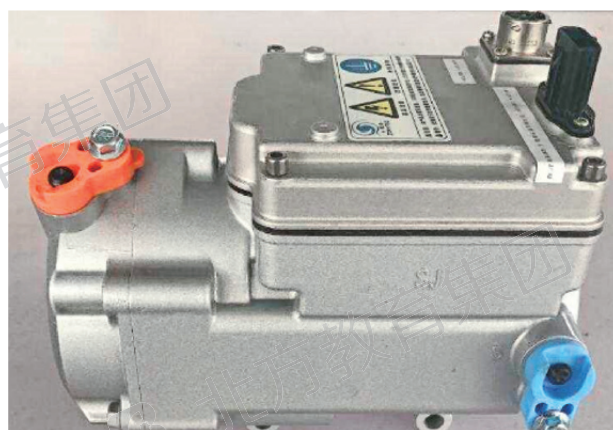


图 6 电动压缩机

## 7.PTC 加热器

传统车上空调暖风系统的热源是引入发动机冷却后的冷却液的热量，这个在新能源车上是不存在的，因此需要专门的制热装置，这个装置被称为空调 PTC，如图 7 所示。PTC (Positive Temperature Coefficient) 的作用就是制热。当低温的时候，电池包需要一定的热量才能正常工作，这时候需要电池包 PTC 给电池包进行预热。

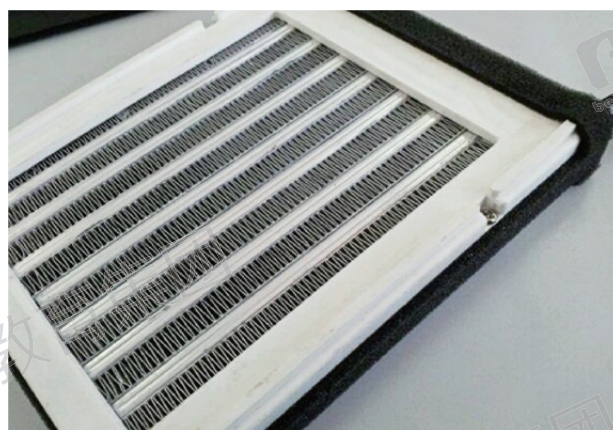


图 7 PTC

# 二、高压配电系统

高压配电系统是保证高压电力的传递及分配，并保证电力安全。主要由动力电池、高压配电箱 (PDU)、高压线束、维修开关组成。如图 8 所示。

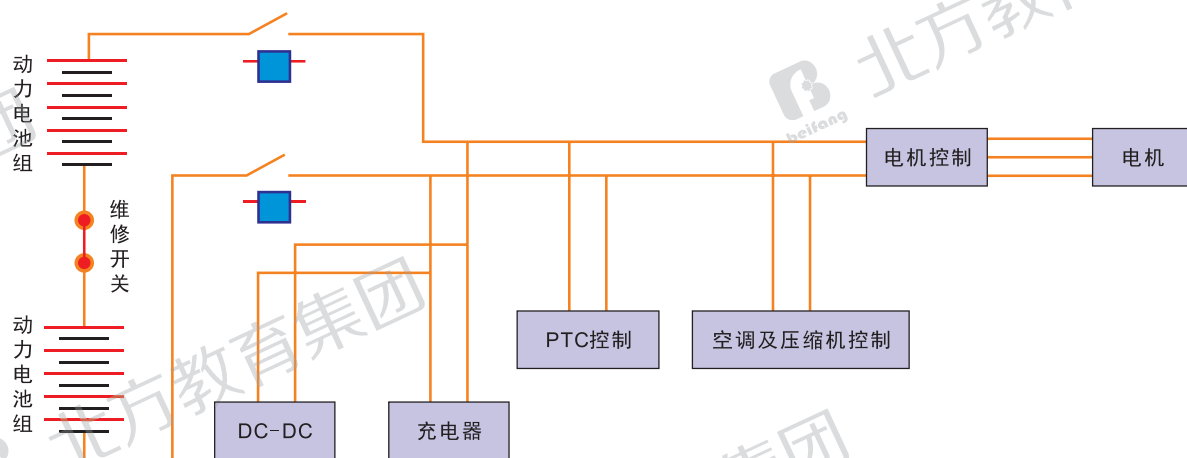


图 8 高压配电系统结构图

## 1. 高压连接系统

由高压线束和连接器构成。

汽车线束是汽车电路的网络主体，是汽车电路存在的载体，是车辆电器元件工作的桥梁和纽带，是车辆的电力和信号传输分配的神经系统。

高压线束可以根据不同的电压等级配置于电动汽车内部及外部线束连接，如图 9 所示。主要应用配电箱内部线束信号分配，高效优质地传输电能，屏蔽外界信号干扰。

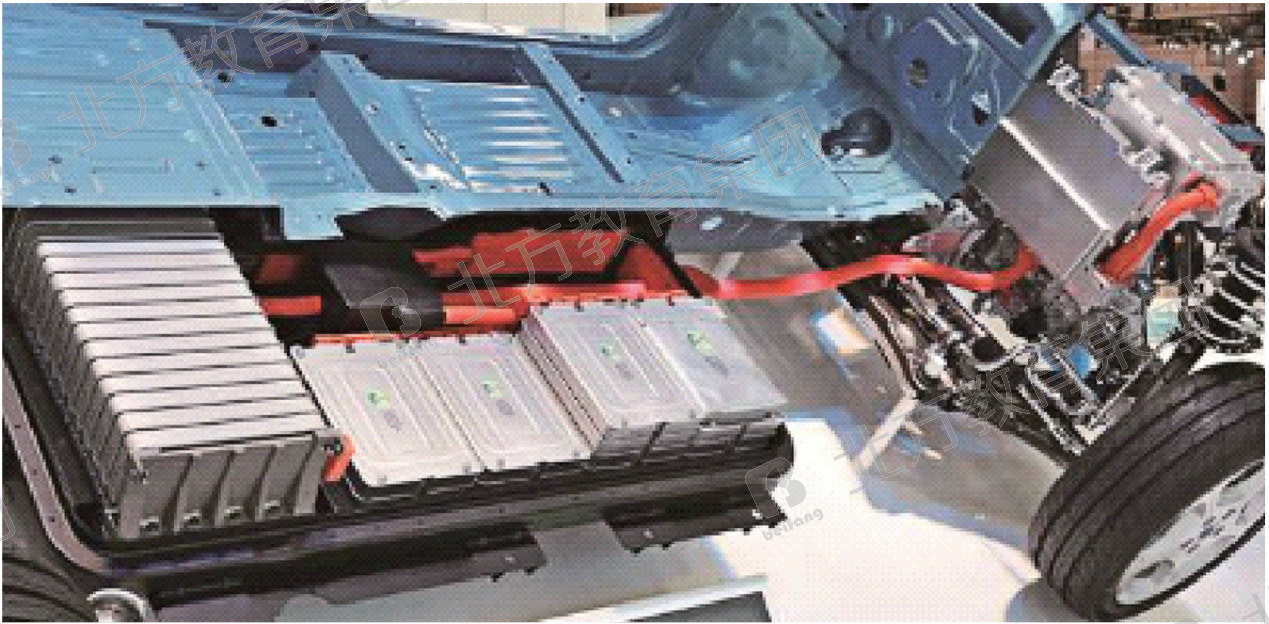


图9 电动汽车的高压线路连接

由于纯电动汽车线束包括低压线束与高压线束，为提示和警示用户和维修人员，高压线束应采用橙色线缆并用橙色波纹管对其进行防护，同时高压连接器也应标识为橙色，起到警示作用，如图10所示。

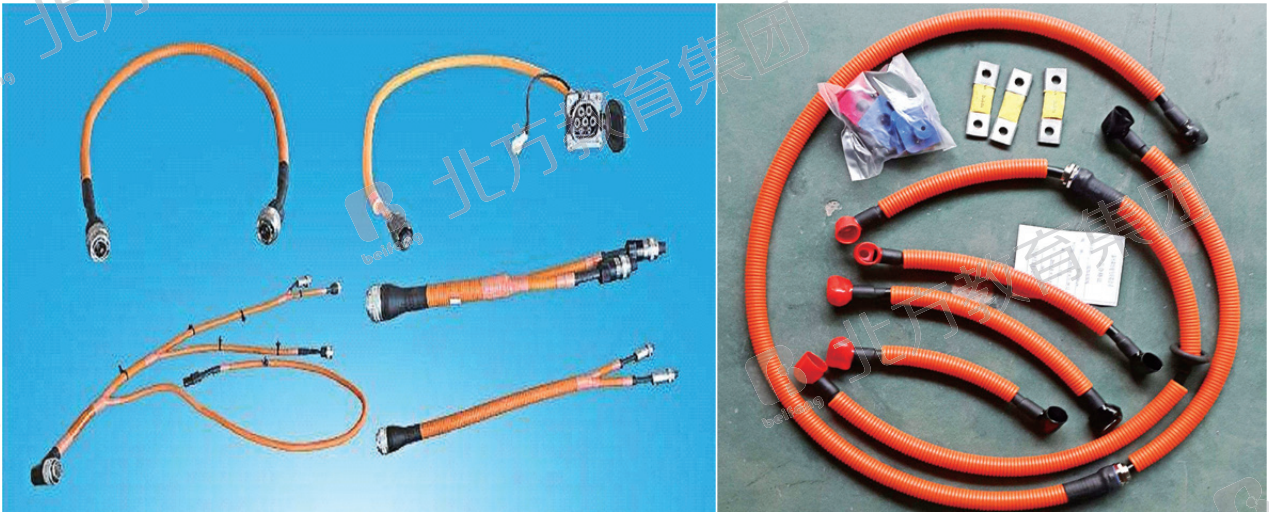


图10 高压线束

DC/DC、充电机、风暖PTC、直流充电口、动力电机、高压线束、维修开关、逆变器、动力电池、高压箱、电动空调、交流充电口等都需要用到高压插接器，如图11所示。高压插接器需要达到耐高低温、耐高压、防水、防腐蚀、机械性能高、绝缘性能好、接触电阻低等要求。

为了插接器有较好的防护性能，不同车型不同插接器有着不同的插接连接方法，在连接断开插接器时，一定要阅读相关维修手册，切记盲目断开和连接，以防损坏插接器。

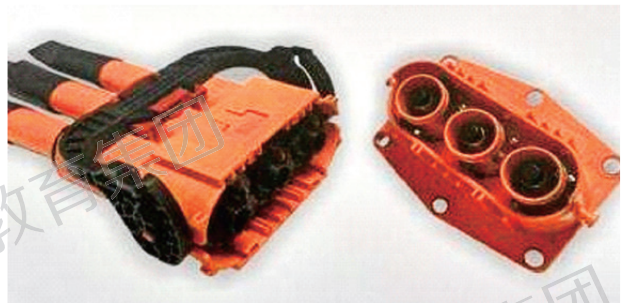


图11 高压插接器

## 2. 高压配电装置

### (1) 组成及高压电传输路径

高压配电箱是整车高压电的一个电源分配的装置，类似于低压电路系统中的电器保险盒。高压配电箱 PDU (Power Distribution Unit) 是由很多高压继电器，高压保险丝以及高压铜排组成，如图 12 所示。

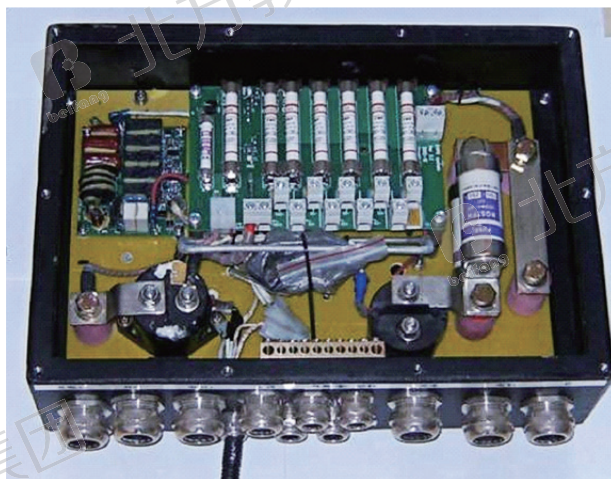


图 12 高压配电箱

当动力电池管理系统闭合动力电池内部高压直流继电器后，高压电沿着动力电池线束传输至高压箱，在高压配电箱内部通过并联的方式进行分配：

将高压电分配给电机控制器经过电机控制器逆变后变为三相电再传给驱动电机。

将高压电分配 DCDC 后经过逆变成低压 12v 后充给铅蓄电池。

将高压电分配给空调压缩机控制器后经过逆变在传递给压缩电机。

将高压电分配给 PTC 控制器后再传递给 PTC 发热本体。

将 220 的交流电从充电口传输到车载充电机后经过升压传输给高压箱在高压箱内部并联入动力电池。

将三百多伏的直流电从快充口直接传输至高压箱后在内部并联入动力电池。

如图 13 所示。

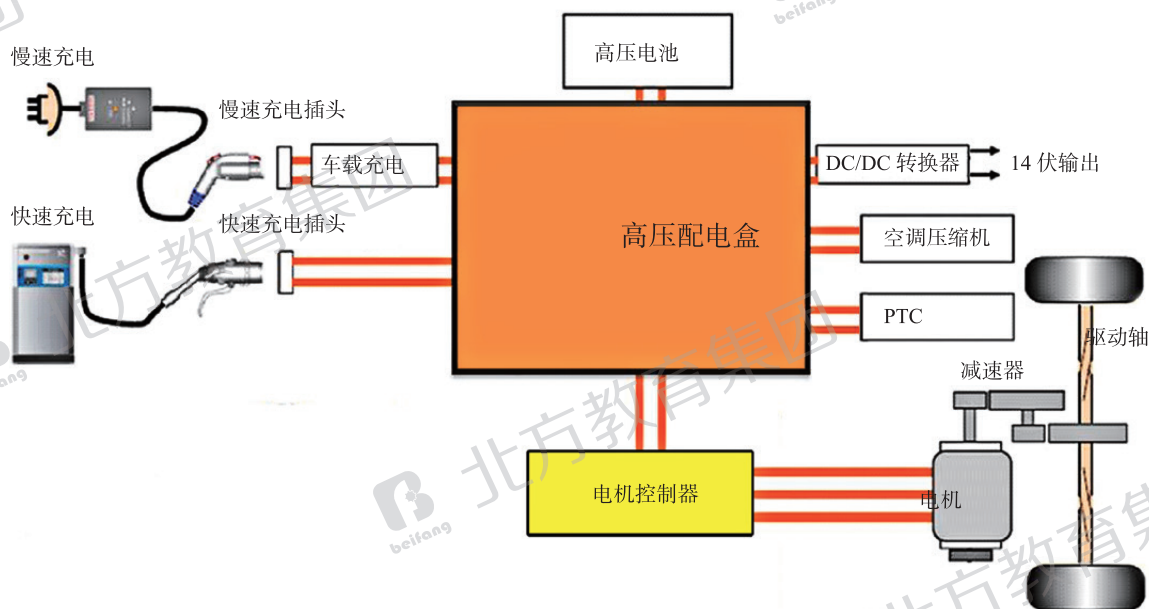


图 13 高压配电

## (2) 高压直流继电器及工作原理

高压直流继电器一般安装在动力电池内部和高配电箱内部，如图 14 所示。

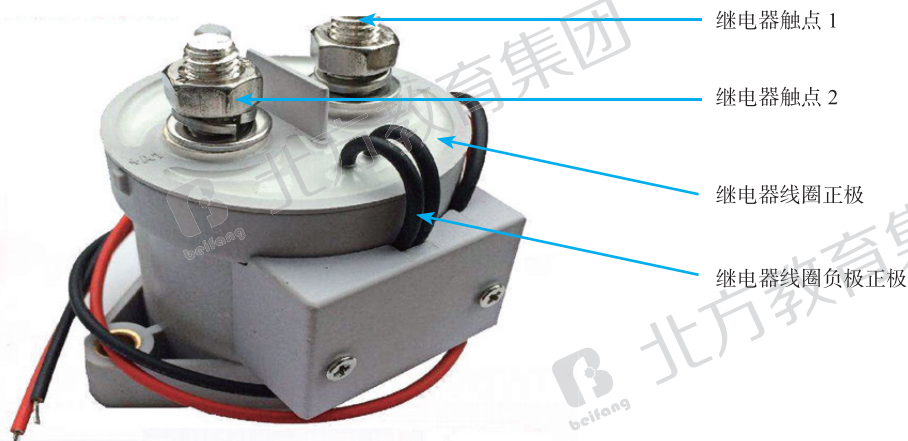


图 14 高压直流继电器

继电器线圈正极通入直流 12 伏正极，继电器线圈负极介入控制器由控制器控制负极搭铁使继电器线圈产生磁场，当磁场产生时就可以吸合继电器触点 1 和 2。

控制动力电池的电力输出高压直流继电器为主继电器有两个，分别控制动力电池的正极与负极的接通与断开。具有预充电回路保护设计的车型还需要一个预充高压直流继电器。

### 1) 点火开关控制原理

当打开点火开关后，旋转至 ON 档，整车控制器 VCU 被唤醒后 VCU 再唤醒动力电池管理系统(BMS)，电池管理系统初始化无故障后控制动力电池正极和负极继电器触点吸合将高压电传输至高压盒；当点火开关旋转至 ACC 档或 OFF 档后，整车控制器和电池管理系统的 ON 档唤醒信号消失，随后断开动力电池高压继电器。控制原理如图 15 所示。

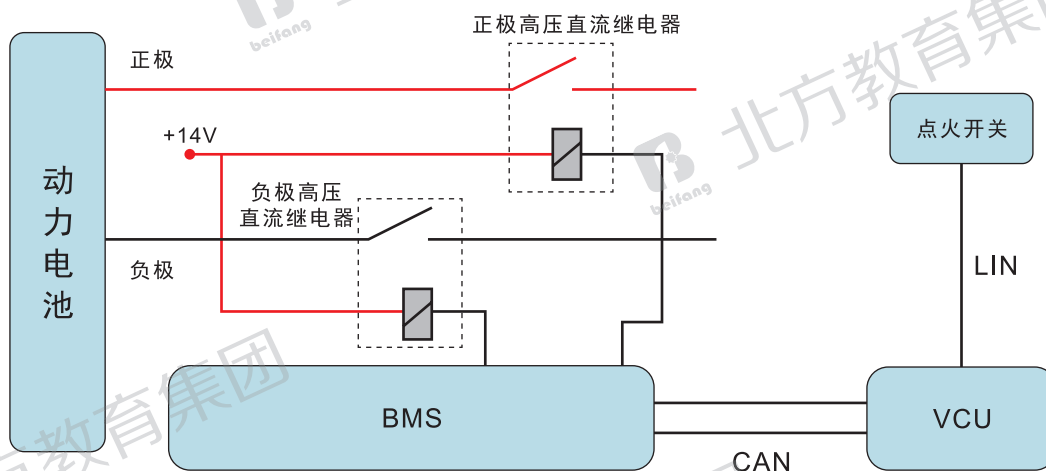


图 15 点火开关控制原理图

### 2) 具有预充电回路保护的继电器控制

因为高压设备控制器输入端存在大量的容性负载，直接接通高压主回路可能会产生高压电冲击，故为避免接通时的高压电冲击，高压系统需采取预充电回路的方式对高压设备进行预充电，原理如图 16 所示。

当点火开关打开后，预充直流高压继电器和负极直流高压继电器接通，使动力电池电力经过预充电阻给系统供电。随后，正极直流高压继电器接通，为系统进行强电流供电，如此避免了高压电冲击。

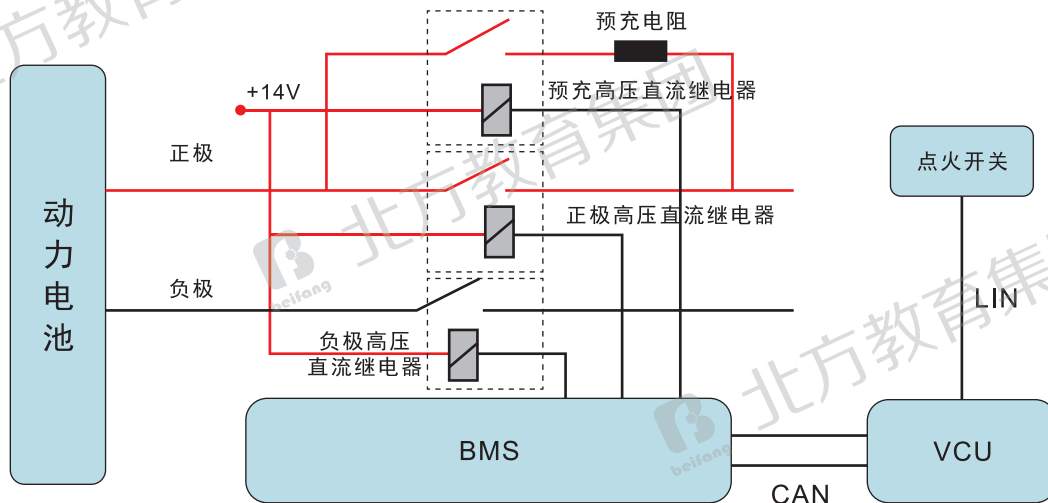


图 16 预充控制原理图

### 3) 充电时继电器接触与断开

当整车控制器 VCU 检测到充电桩接通并检测到充电桩与车载充电系统良好并电池容量不足时，接通两个主继电器。当 BMS 检测到电池容量满足时，主继电器断开，详细原理后续的充电系统将进行介绍。

### 4) 安全（互锁等）继电器接触与断开

由于全车高压接插件均采用高压互锁连接原理（高压互锁原理详见以下内容），在高压回路的插头处和高压控制器的开启盖上，加装了低压检测回路。一旦低压信号中断，说明某一个高压连接器或高压端盖有松动或者脱落，当互锁识别控制器收到此中断信号后，通过直接或间接的方式将信号传递给 VCU 或者 BMS，以此控制高压直流继电器断开全车高压电路。

### 5) 亏电时断开

由于全车所有电器和电池管理系统均采用低压控制高压的原理，当 DC-DC 出现故障时，铅蓄电池就会亏电从而导致动力电池的主继电器断开，切断高压电。

### 6) 故障（电池内部、电池外部）

当电池外部高压用电模块发生故障时如空调压缩机发生绝缘故障，短路故障时，整车控制器认为整车处于危险故障状态故而会发给动力电池管理系统高压下电指令，使其断开高压主继电器，停止高压输出。

当电池内部出现故障时如单体电芯过压、欠压、内部短路等故障时，动力电池管理系统为保护动力电池故而会切断动力电池的主继电器。