



项目一 新能源汽车高压安全与防护	1
任务一 新能源汽车电气防护	2
任务二 新能源汽车维修的安全操作	7
项目二 整车控制器检修	15
任务一 整车控制系统的组成与功能	16
任务二 整车控制电路的上电、下电控制策略	25
项目三 整车控制系统输入电路检修	32
任务一 加速踏板位置传感器检修	33
任务二 制动踏板位置传感器检修	38
任务三 挡位开关的检修	41
项目四 整车控制系统输出电路检修	44
任务一 冷却水泵控制电路检修	45
任务二 DC/DC 转换器控制电路检修	52
项目五 驱动电机控制系统检修	56
任务一 驱动电机控制系统认知	57
任务二 驱动电机控制系统常见故障及诊断	63
项目六 动力电池管理系统检修	73
任务一 动力电池管理系统的认知	74
任务二 动力电池系统常见故障及诊断	80



项目七 充电系统检修	85
任务一 慢充系统检修	86
任务二 快充系统检修	97
项目八 车辆辅助系统检修	103
任务一 电动助力转向系统认知	104
任务二 电动空调系统认知	109
参考文献	118



项目二

整车控制器检修

整车控制系统是电动汽车的神经中枢，承担了各系统的数据交换、信息传递，动力电池能量管理，驾驶人意图解析，安全监控，故障诊断等功能，对电动汽车动力性、经济性、安全性和舒适性等有很大的影响。本项目主要学习整车控制系统的组成与功能及与其他子系统的关系，整车控制电路的上电、下电控制策略等方面知识。

知识目标

1. 掌握整车控制系统的基本组成与功能。
2. 掌握整车控制器与其他子系统的关系。
3. 会分析整车控制电路的上电、下电控制策略。

技能目标

1. 能向客户介绍整车控制系统的作用及主要部件的安装位置。
2. 能根据客户的描述进行综合分析，确认整车控制器的故障。
3. 能根据故障现象进行整车控制器电源电路故障检修。
4. 能根据故障现象进行整车控制器通信故障检修。
5. 能根据整车控制电路的上电、下电的流程进行整车故障分析。

任务一 整车控制系统的组成与功能

思政园地

云辇——中国人自己的车身控制系统

2023年4月10日，由比亚迪自研的云辇技术正式发布，该技术是全球首个新能源专属智能车身控制系统。云辇的发布，打破了海外品牌和海外零部件供应商长期以来对高端车型主动式车身控制系统的技术垄断，摆脱了国内整车垂直方向控制技术发展“卡脖子”的状态。



故障现象

打开一辆纯电动汽车启动开关后，仪表盘上有多个故障灯被点亮，不显示“READY”，将换挡旋钮旋至“D”位或“R”位，车辆均无法行驶。

基础知识

一、控制系统

控制系统一般包含传感器、控制器和执行元件。传感器采集信息并转换成电信号发给控制器，控制器根据传感器的信息进行运算、处理和决策，并向执行元件发出控制指令以完成某项控制功能。控制系统的组成如图 2-1 所示。

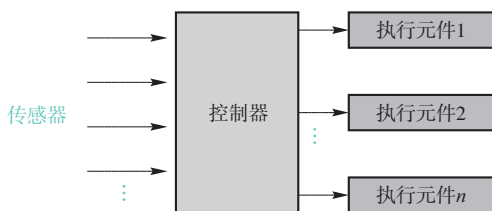


图 2-1 控制系统的组成

当系统中有两个控制系统并且需要相互通信时，可以通过 CAN（控制器局域网）总线将两个控制系统连接起来。两个控制系统之间的通信如图 2-2 所示。

当系统有多个控制器且控制器需要通信时，多个控制系统可以连接在总线上实现控制系统之间的信息通信。多个控制系统之间的通信如图 2-3 所示。传统汽车的控制系统是对等的，没有主次之分；纯电动汽车的控制系统一般有一个主控制器，主控制器除了完成自身的控制功能以外，还肩负着整个控制系统的管理和协调功能。

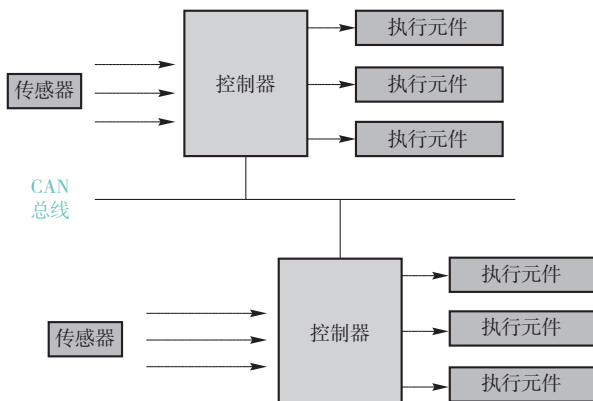


图 2-2 两个控制系统之间的通信

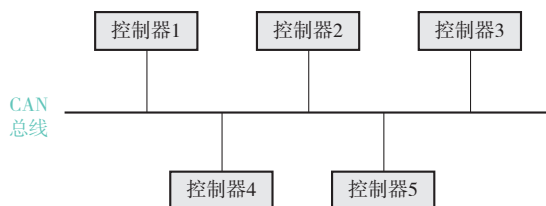


图 2-3 多个控制系统之间的通信

二、整车控制系统

整车控制系统（图 2-4）有三大子系统，包括低压电气系统、高压电气系统、网络控制系统。

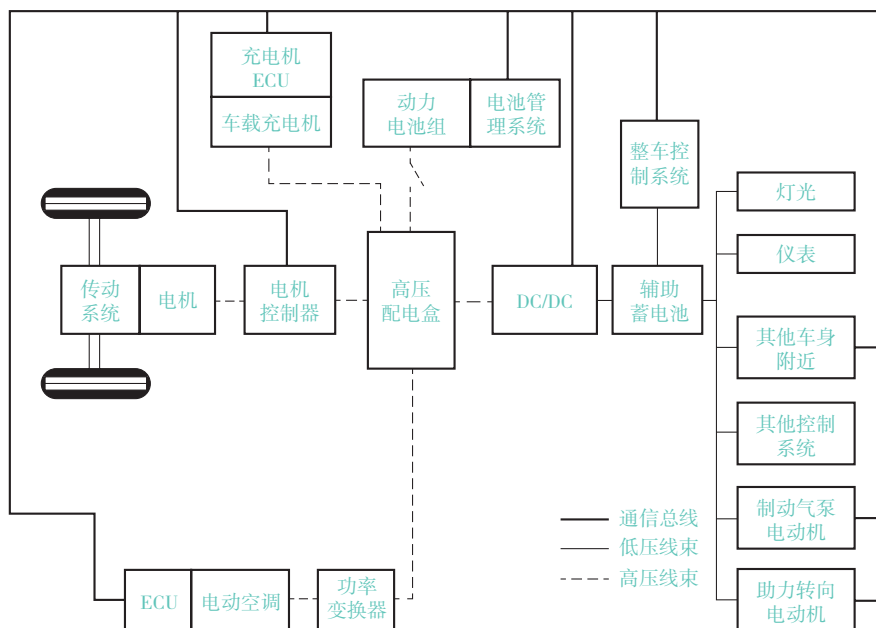


图 2-4 整车控制系统

1. 低压电气系统

低压电气系统主要由 12 V 电池、低压线路、点火开关、继电器、电动水泵、电动制动真空泵、电动助力转向器、ICM（组合仪表）等组成。其作用是各电子控制单元、各高压部件控制器、各 12 V 电动辅助设备供电。

2. 高压电气系统

高压电气系统主要由动力电池、驱动电机、MCU（驱动电机控制器）、OBC（车载充电机）、DC/DC 变换器、空调压缩机、压缩机控制器、PTC、PTC 控制器等组成。其作用是将电能转换成机械能，或者进行整流、逆变、直流电压变换。

3. 网络控制系统

网络控制系统主要由 VCU（整车控制器）、BMS（动力电池管理系统）、RMS（远程通信终端）、网关、CAN 总线等组成。其作用是控制低压电气系统和高压电气系统。

三、整车控制器

整车控制器（图 2-5）英文缩写为 VCU，英文全称为 Vehicle Control Unit。VCU 是整车控制系统的核心部件，VCU 接收加速踏板、制动踏板、车速和剩余电量等信息，通过网络综合控制驱动车所需要的工作部件，属于整个车辆的管理协调型控制部件。

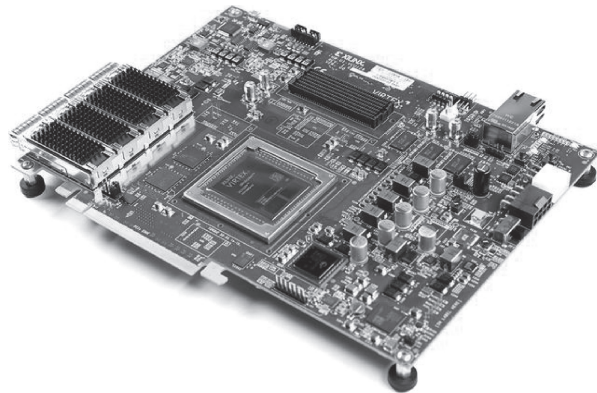


图 2-5 整车控制器

1. 整车控制器的分层管理

VCU 的组成包括微处理器、电源及保护电路模块、I/O 接口和调试模块、A/D 模数转换模块、CAN 总线通信模块等。根据信号重要程度和实现次序，我们将运算分为 4 层，如图 2-6 所示。

①数据交换管理层用于接收 CAN 总线信息，对馈入 VCU 的物理量进行采集处理，并通过 CAN 总线发送控制指令，通过 I/O 接口提供对显示单元和继电器等的驱动信号，该层的功能是实现其他功能的基础和前提。

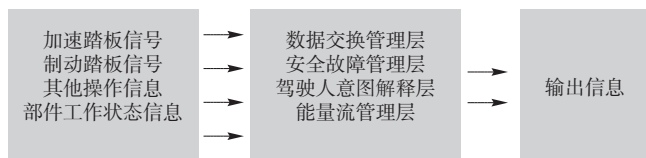


图 2-6 VCU 4层运算

②安全故障管理层对集成的数据进行分析判断，检测出故障后做出相应的处理，在保证车辆安全的条件下，给出部件可使用的工作范围，以尽可能满足驾驶意图。

③驾驶人意图解释层对采集到的驾驶人操作信息进行分析处理，并计算出驱动系统的目标转矩和车辆行驶的需求功率。

④能量流管理层在多个能量源之间进行需求功率分配。

2. 整车控制器的功能

VCU 根据车辆运行的不同情况，包括挡位、车速、动力蓄电池荷电状态、加速踏板位置传感器、制动开关、温度等参数，来决定电机输出转矩、功率及旋转方向，同时根据辅助电气信号及充电状态信号来控制车辆运行。不同车型的整车控制器设计的工作任务不相同，VCU 的一般功能如下。

(1) 驾驶人意图解释

驾驶人意图解释主要是对驾驶人操作信息及控制命令进行分析处理，也就是根据某种规则将驾驶人的加速踏板位置信号和制动踏板位置信号，转化成电机的需求转矩命令。因而驱动电机对驾驶人操作的响应性能，完全取决于整车控制器对加速踏板位置信号的解释结果，这会直接影响驾驶人的控制效果和操作感觉。

(2) 换挡控制

挡位管理关系到驾驶安全，VCU 能正确理解驾驶人意图，识别车辆合理的挡位。换挡控制在基于模型开发的挡位管理模块中得到很好的优化，能在出现故障时做出相应处理以保证整车安全，在驾驶人出现误操作挡位时通过仪表盘等提示驾驶人，使驾驶人能迅速做出纠正。换挡控制如图 2-7 所示。

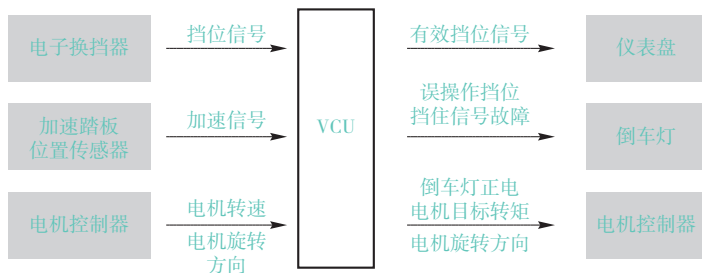


图 2-7 换挡控制

(3) 驱动控制

驱动控制是 VCU 根据驾驶人对车辆的操纵输入（加速踏板、制动踏板、电子换挡器）、车辆状态、道路及环境状况，经分析和处理后发出相应的指令，控制电机的驱动转矩来驱动车

辆，以满足驾驶人对车辆驱动的动力性要求。同时根据车辆状态，VCU 发出相应指令，保证安全性、舒适性。

(4) 制动能量回馈控制

VCU 根据加速踏板和制动踏板的位置、车辆行驶状态信息以及动力电池的状态信息 [如 SOC (荷电状态) 值]，来判断某一时刻能否进行制动能量回馈。在满足安全性能、制动性能以及驾驶人舒适性的前提下，回收部分能量，包括滑行制动和踩制动踏板，制动过程中的电机制动转矩控制。制动能量回馈控制可以分为两个阶段，两个阶段能量回收的脉谱图不一样。制动能量回馈控制的两个阶段如图 2-8 所示。阶段 1 脉谱图表示在车辆行驶中，驾驶人放开加速踏板，没有踩下制动踏板；阶段 2 脉谱图表示在车辆行驶中减速，驾驶人没有踩加速踏板，踩下制动踏板。如果驾驶人放开加速踏板后立即踩下制动踏板，则能量回收直接进入阶段 2。

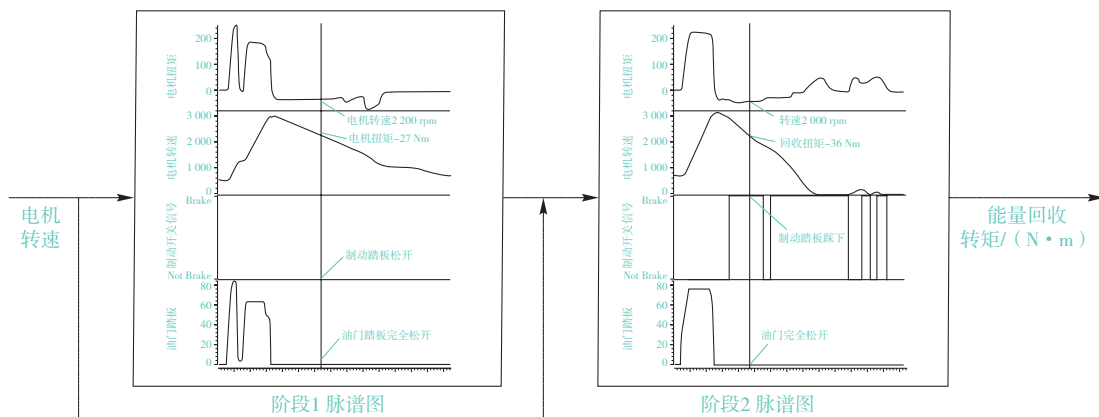


图 2-8 制动能量回馈控制的两个阶段

制动能量回馈原则：能量回收制动不应该干预 ABS (防抱死制动系统) 的工作；ABS 进行制动力调节时，制动能量回收不应该工作；ABS 报警时，制动能量回收不应该工作；当驱动电机系统有故障时，制动能量回收不应该工作。

(5) 防溜车控制

电动汽车在坡上起步时，从放开制动踏板到踩下加速踏板的过程中，会出现车辆向后溜车的现象。在坡上行驶过程中，如果驾驶人踩加速踏板的深度不够，车辆会出现车速逐渐降至零，然后向后溜车现象。为了防止电动汽车在坡上起步和运行时向后溜车现象的发生，车辆制造企业在整车控制策略中增加了防溜车功能。防溜车功能可以保证车辆在坡上起步时，向后溜车小于 10 cm；在车辆上坡行驶过程中如果动力不足，车速会慢慢降到零，然后保持停止状态，不再向后溜车。

(6) 充电过程控制

VCU 与 BMS 共同进行充电过程中的充电功率控制。插入充电枪，VCU 接收到充电信号后，应该保证车辆在充电状态下处于行车锁止状态，并根据电池状态信息限制充电功率，保护电池。

(7) 智能充电控制和电池均衡

有些车型具有智能充电系统 (IBS)。例如北汽新能源 EX3，在车辆停放期间，当 12 V 电

池 SOC 低于 73% 时，网络自动唤醒，充电 SOC 到达 93% 时自动停止。有些车型在慢充电结束后，VCU 自动对电池单体进行均衡。

(8) 高压上电、下电控制

高压上电、下电控制是根据驾驶人对点火开关的控制，进行动力电池的高压继电器开关控制，以完成高压设备的电源通断和预充电控制。高压上电、下电流程处理可以协调各相关部件的上电与下电流程，包括电机控制器、动力电池管理系统等部件的供电，预充继电器、主负继电器及主正继电器的吸合和断开等。

(9) 能量优化管理

整车能量优化管理如图 2-9 所示。VCU 能通过对高压系统的动力电池、驱动电机、DC/DC、电动压缩机、PTC（正温度系数热敏电阻），以及 EPS（电动助力转向系统）、电动真空泵、空调系统、BCM（车身控制模块）等的协调和管理，提高整车能量利用效率，延长续航里程。

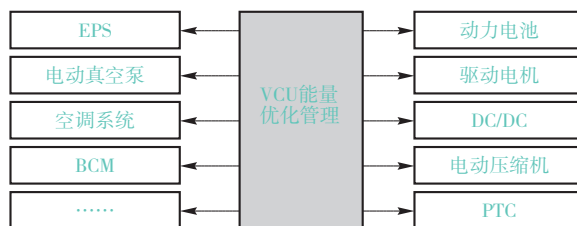


图 2-9 整车能量优化管理

(10) 电动化辅助系统管理

驱动系统以外的系统称作电动化辅助系统，包括电动压缩机（高压供电）、电动助力转向（12 V 供电）、电动真空助力泵（12 V 供电）。VCU 能根据动力电池及低压电池状态，对电动化辅助系统进行监控。

(11) 车辆状态的实时监测和显示

VCU 能对车辆的状态进行实时监测，并且将各个子系统的信息发送给车载信息显示系统（仪表控制单元），其过程是通过传感器和 CAN 总线，检测车辆状态及其动力系统及相关电器附件、相关各子系统状态信息，通过数字仪表显示出来。车辆行驶状态显示如图 2-10 所示。



图 2-10 车辆行驶状态显示

(12) 故障诊断与处理

VCU 连续监视整车电控系统，根据传感器的输入及其他通过 CAN 总线通信得到的电机、电池、充电机等信息，对各种故障进行判断、等级分类、报警显示、故障码存储，供维修时查看。故障处理方式分为上报不处理、限功率、待机、禁止高压上电、禁止充电、禁止行车制动能量回收、立即高压下电。故障指示灯指示出故障类别和部分故障码，VCU 将其分为三级并进行处理。故障分级见表 2-1 所列。

表 2-1 故障分级

级别	名称	故障举例	处理方式
1 级	危急故障	动力电池温度过高，绝缘电阻过低等	立即高压下电
2 级	紧急故障	绝缘电阻低，温度不均衡等	限功率、待机、禁止高压上电、禁止充电
3 级	预警故障	动力电池电压较低，充电电流较大等	上报不处理

(13) CAN 网络管理

在整车 CAN 网络管理中，VCU 是信息控制的中心，具有信息的组织与传输、网络节点（控制单元）的管理、信息优先权的动态分配、网络状态的监控、网络故障的诊断与处理等功能。

(14) CCP 在线匹配标定

CCP 是通信控制处理机，在网络中使用是为了将通信功能从主机中分离出来，以减轻主机的负荷。CCP 主要作用是监控 ECU（电子控制单元）工作变量、在线调整 ECU 的控制参数（点火控制曲线图、曲线及点参数）、保存标定数据结果以及处理离线数据等。完整的标定系统包括上位机 PC 标定程序、PC 与 ECU 通信硬件连接及 ECU 标定驱动程序三个部分。

(15) 远程查询

用户可以通过手机 App 实时查询车辆状态，实时了解自己爱车的状况，包括 SOC 值、续航里程等。远程查询如图 2-11 所示。



图 2-11 远程查询

(16) 远程控制

用户在出门前可以通过手机指令实现充电控制、空调控制、电池预加热控制等，这样用户刚上车就能进入一个舒适的环境。远程充电控制如图 2-12 所示。用户离开车辆时将充电枪插入慢充口，可以不立即进行充电，可以利用电价波谷并在家里实时查询 SOC 值，需要充电时通过手机 App 发送远程充电指令。



图 2-12 远程充电控制

四、CAN 总线系统

电动汽车各车型设计的 CAN 子系统个数和控制单元组合不尽相同。某车型 CAN 网络如图 2-13 所示，具有动力 CAN 系统、底盘 CAN 系统、车身 CAN 系统。动力 CAN 系统、底盘 CAN 系统是高速 CAN，传递速率为 500 bit/s；车身 CAN 系统中速 CAN，传递速率为 125 bit/s。

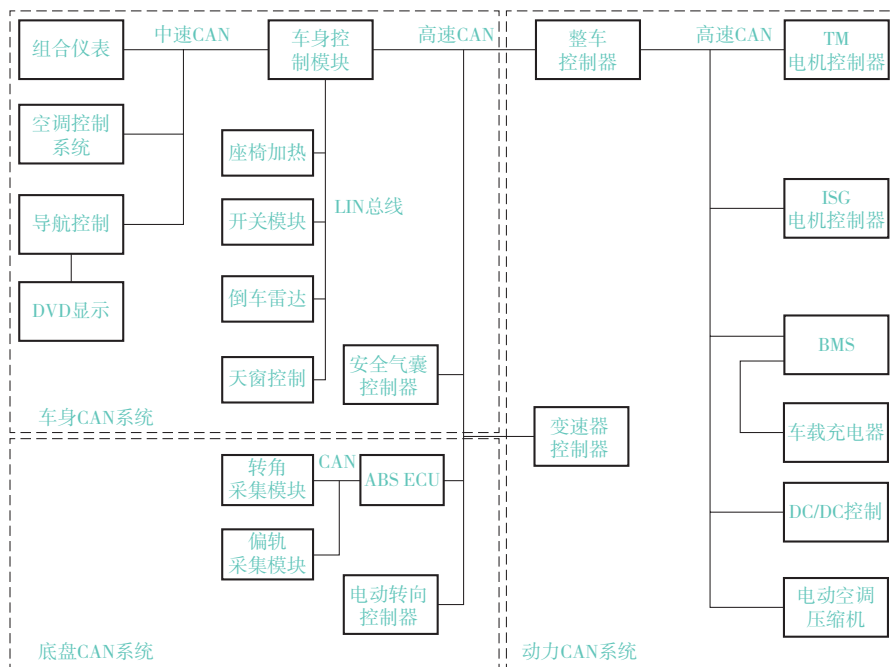


图 2-13 某车型 CAN 网络

五、整车控制系统与各系统控制逻辑

整车控制器对各主要控制对象（充电机、压缩机、电机控制器等）进行分级控制。整车控制器控制分级如图 2-14 所示。

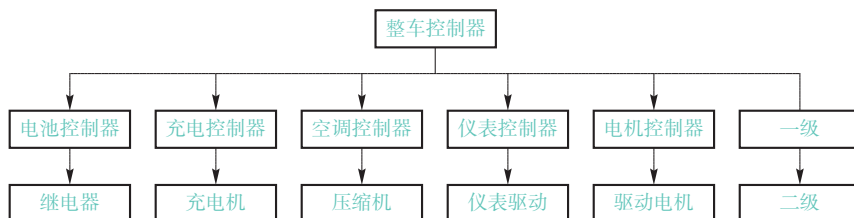


图 2-14 整车控制器控制分级

各子系统都具有各自独立的控制能力和控制条件，从而实现子系统各自管理的目的。

在线测试与知识扩展



扫一扫 测一测



CAN 总线系统



LIN 总线系统

任务二 整车控制电路的上电、下电控制策略

思政园地

中国车企弯道超车，新能源车贡献大

党的二十大报告指出，“推动战略性新兴产业融合集群发展”“推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节”。在这样的背景下，我国的汽车产业格局正在发生变化，到2023年第一季度，中国汽车出口106.9万辆，首次超过世界第一大汽车出口国日本的同期汽车出口量（104.7万辆）。其中新能源汽车出口比例已经达到23.2%，新能源汽车打破了海外品牌原有的生态体系，实现了弯道超车。新能源汽车让中国汽车出口进入了快车道。



故障现象

一辆北汽新能源 EV200 电动汽车出现无法上电故障。

基础知识

一、电动汽车上电特点

燃油汽车只有12V电池，而电动汽车有12V电池和动力电池，所以电动汽车上电方式与燃油汽车不同。电动汽车上电方式包括低压上电、高压上电。

电动汽车上电原理：VCU控制、协调各控制单元，使各控制单元按顺序合理地发出或断开低压控制信号，控制动力电池继电器接通或断开，从而使车辆正确地完成上电和下电，同时进行信息交换和故障监测。整个过程必须保证逻辑正确、顺序合理。

二、低压上电原理

1. 低压供电途径

北汽新能源 EV200 低压供电途径如图 2-15 所示，包括常火线供电、ACC（自适应巡航控制系统）供电、IG（点火系统）供电、唤醒模式供电四种。

（1）常火线供电

常火线供电，亦称30号线，12V电池正极长期供电OBC、“ON”挡继电器、电机继电器、倒车灯继电器、空调继电器、BMS、DC/DC、RMS、ICM、VCU等。

(2) ACC 供电

ACC 供电, 亦称辅助电器线, 将点火开关拧到“ACC”挡, 为辅助电器供电, 例如点烟器。ACC 供电是燃油汽车电路的保留部分, 因不涉及电动汽车特有部件, 故在图 2-15 中未画出。

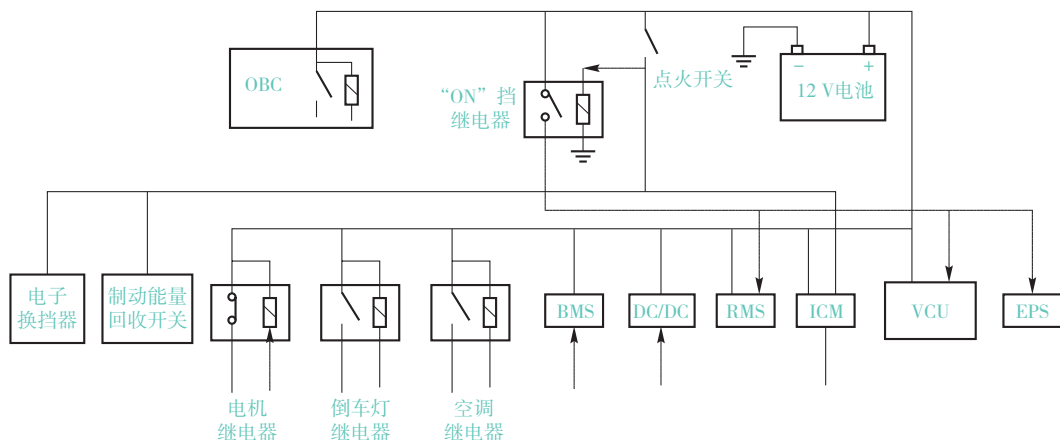


图 2-15 北汽新能源 EV200 低压供电途径

(3) IG 供电

IG 供电, 亦称 15 号线, 将点火开关拧到“ON”挡, 12 V 电池正极供电“ON”挡继电器线圈、电子换挡器、制动能量回收开关、ICM 等。

(4) 唤醒模式供电

继电器接收到唤醒信号后触点闭合, 控制单元接收到唤醒信号后由待机状态转为工作状态。OBC 接收来自慢充插口的唤醒信号, 电机继电器接收来自 VCU 的唤醒信号, 倒车灯继电器接收来自 VCU 的唤醒信号, 空调继电器接收来自空调面板的唤醒信号, BMS、DC/DC、ICM 接收来自 VCU 的唤醒信号。

2. 唤醒模式

有 5 种唤醒模式：“ON”挡唤醒（运行模式）、快充唤醒（快充模式）、慢充唤醒（慢充模式）、远程唤醒（远程慢充模式 / 远程运行模式）、网络唤醒（DC/DC 转换模式）。各模式优先级：快充模式 > 远程慢充模式 > 慢充模式 > 运行模式 > 远程运行模式 > DC/DC 转换模式。

(1) “ON”挡唤醒

“ON”挡唤醒的点火开关如图 2-16 所示, 将钥匙拧到“ON”挡, 点火开关 IG 触点闭合。“ON”挡继电器收到“ON”挡信号, “ON”挡唤醒如图 2-17 所示, 继电器线圈通电, 触点闭合发出唤醒信号, 唤醒 VCU、RMS、EPS。再由 VCU 发出唤醒信号, 唤醒电机继电器、BMS、DC/DC。将钥匙拧到“START”挡, 该信号发送给 BCM, 防盗系统核实钥匙芯片电子代码与车辆登记 ID 代码是否一致, 若一致启动驱动电机, 此时慢充系统、快充系统不工作。对于智能钥匙, 无钥匙启动 / 停止按键有 3 个挡位“OFF”“RUN”“ACC”, 按到“RUN”位置时防盗系统核实钥匙是否授权。



图 2-16 “ON”挡唤醒的点火开关

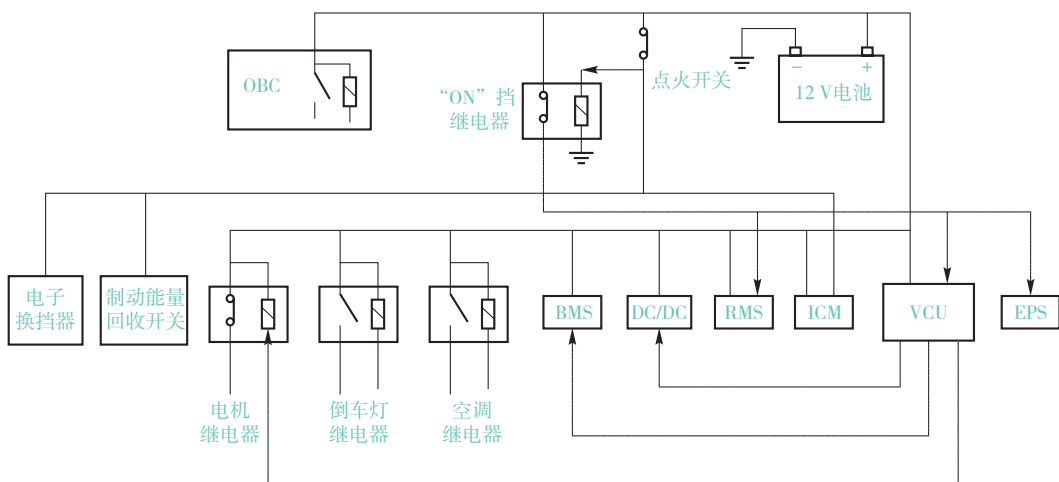


图 2-17 “ON”挡唤醒

(2) 快充唤醒

插入直流快充枪，如图 2-18 所示。图 2-19 为快充唤醒原理图，直流充电桩发出的唤醒信号，实际上是 +12 V 电压，亦称双路供电。唤醒 VCU、RMS，工作后由直流充电桩供电转为车辆 12 V 蓄电池供电。再由 VCU 唤醒 BMS、DC/DC、ICM，此时快充系统工作，驱动电机系统、慢充系统不工作；如果此时打开点火开关“ON”，VCU 不会向电机继电器发出唤醒信号。



图 2-18 插入直流快充枪

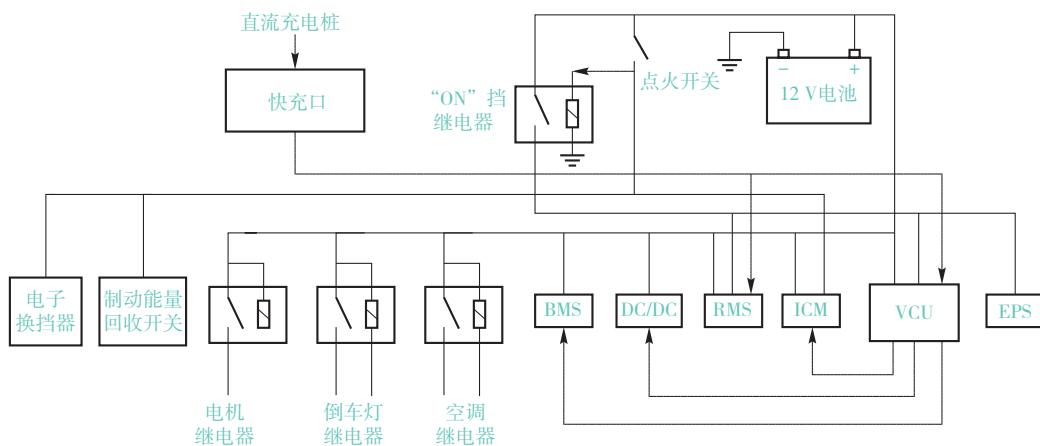


图 2-19 快充唤醒原理图

(3) 慢充唤醒

插入交流 220 V 慢充枪，如图 2-20 所示。图 2-21 为慢充唤醒原理图，OBC 发出唤醒信号，唤醒 VCU、RMS。再由 VCU 发出唤醒信号，唤醒 BMS、DC/DC、ICM，此时慢充系统工作，驱动电机系统、快充系统不工作；如果此时打开点火开关到“ON”，VCU 不会向电机继电器发出唤醒信号。



图 2-20 插入交流 220 V 慢充枪

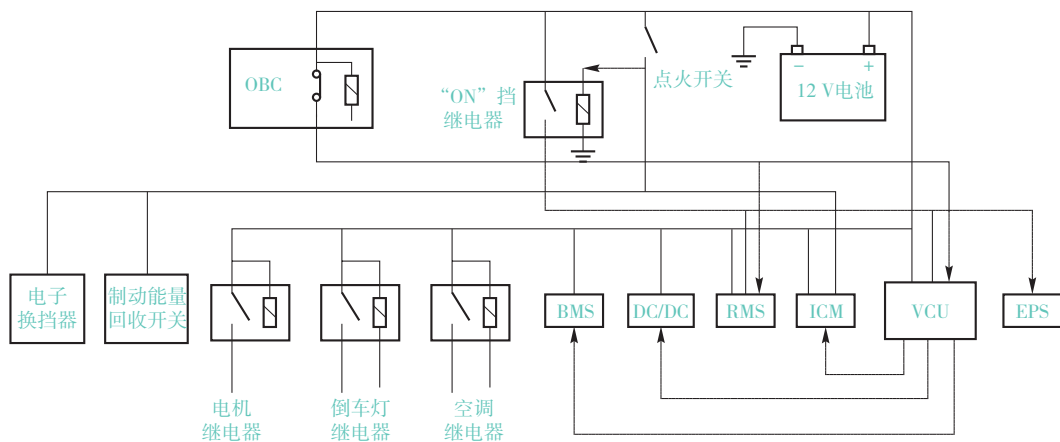


图 2-21 慢充唤醒原理图

(4) 远程唤醒

北汽新能源高配车上装有远程模式开关(图 2-22), 按下模式开关, 远程控制功能开启。图 2-23 为远程 App 唤醒原理图, 通过网络唤醒 RMS, 再由 RMS 唤醒 VCU, 然后 VCU 唤醒 BMS、DC/DC、ICM 等。购车时汽车销售服务 4S 店会告知用户服务网登录网址、初始账号、初始密码, 用户自行下载手机 App 应用软件。



图 2-22 远程模式开关

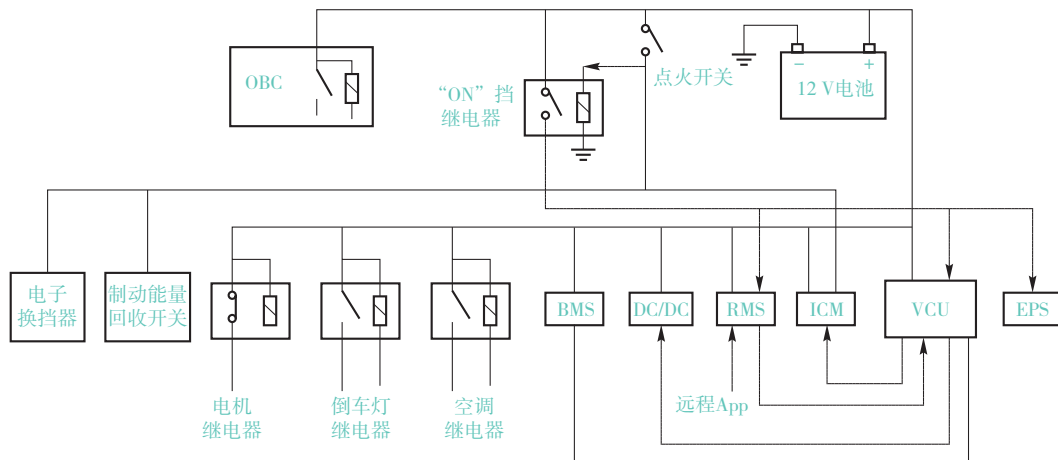


图 2-23 远程 App 唤醒原理图

(5) 网络唤醒

北汽新能源 EX3 设有网络唤醒模式, 蓄电池负极装有 IBS (蓄电池信息采集智能传感器, 图 2-24), 端子 1 为 12 V, 端子 2 为 LIN 线。当蓄电池剩余电量 SOC 低于 73% 时, 网络唤醒 VCU、DC/DC 等设备, SOC 达到 93% 时自动停止充电。

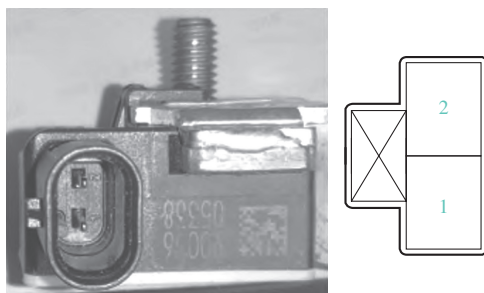


图 2-24 IBS

三、高压上电原理

1. 高压部件

①高压电存储部件：动力电池。

②高压电部件：驱动电机、电机控制器、高压盒（含有 PTC 控制器）、车载充电机、DC/DC、电动压缩机、电动压缩机控制器、PTC。

2. 预充继电器、预充电阻的作用

如果对驱动电机控制器直接加上动力电池电压，会对控制器高压部件形成冲击，接通高压电的瞬间造成高压部件被损毁。预充电阻的分压会降低对高压部件的冲击力度，实行预充继电器和主正继电器的接通时序，可使高压系统安全上电。

3. 高压继电器的控制顺序

首先 VCU 发出指令使主负继电器接通，然后 BMS 发出指令使预充继电器接通，最后当预充结束后，BMS 发出指令使主正继电器接通，同时预充继电器断开。

4. 高压上电流程

将换挡旋钮置于“N”挡，将点火开关拧到第1挡“ACC”，对车辆附属电器（例如收音机）供电。将点火开关拧到第2挡“ON”，如果高压上电正常，仪表盘“READY”绿色指示灯点亮，允许起步行车。将点火开关由“ON”拧到“ACC”，此时高压电输出功率为零。有的车型变速杆位于“N”挡时，将点火钥匙拧到“ON”只是低压上电，拧到“START”挡后，才开始高压检测上电，如果高压上电正常，仪表盘“READY”绿色指示灯点亮，允许起步行车。北汽新能源 EV200 高压上电控制过程见表 2-2 所列。

表 2-2 北汽新能源 EV200 高压上电控制过程

点火开关挡位	VCU	BMS	MCU	ACC
OFF	暂未上电	暂未上电	暂未上电	暂未上电
ACC	暂未上电	暂未上电	暂未上电	暂未上电
ON (高压上电开始)	上电初始化	上电初始化	上电初始化	上电初始化
	VCU 自检无故障，检测 MCU、ACC 完成初始化，唤醒 BMS		检测无故障	检测无故障
		自检正常，向 VCU 报送动力电池信息正常		
	接收 BMS 动力电池信息正常，向 BMS 发送主负接触器闭合指令			

四、高压下电控制过程

北汽新能源 EV200 高压下电控制过程见表 2-3 所列。

表 2-3 北汽新能源 EV200 高压下电控制过程

点火开关挡位	VCU	BMS	MCU	ACC
OFF				
高压下电开始	当监测到点火开关由“ON”转到“OFF”或“ACC”时，请求 BMS 下电	断开主正接触器，断开主负接触器，回复 VCU	MCU 正常下电，驱动电机停止工作	ACC 正常下电，空调压缩机、PTC 停止工作
	当监测到 BMS 的接触器均为断开状态时，发送保持状态指令给 BMS	接收保持状态指令后，回复保持当前状态并进入休眠模式		
	接收到 BMS 保持当前状态的指令后，进入休眠模式		已下电	已下电

在线测试与知识扩展



扫一扫 测一测



《道路车辆 基于控制器局域网的诊断通信 符号集》
(GB/T 40430—2021)