**学习单元三 新能源汽车电池系统故障诊断与排除**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课 题** | 新能源汽车电池系统故障诊断与排除 | |
| **课 时** | 8课时（260 min）。 | |
| **教学目标** | **知识技能目标：**  1．了解母线电压 / 电流显示异常故障诊断与排除。  2．通过学习与练习掌握电池状态信息显示异常故障诊断与排除。  **思政育人目标：**  让学生通过学习新能源汽车电池系统故障诊断与排除，提高学生人文素养，培养学生深入学习、认真研究的工匠精神，坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力。 | |
| **教学重难点** | **教学重点：**母线电压 / 电流显示异常故障诊断与排除  **教学难点：**电池状态信息显示异常故障诊断与排除 | |
| **教学方法** | 讲授法、问答法、讨论法 | |
| **教学用具** | 电脑、投影仪、多媒体课件、教材 | |
| **教学设计** | 第1～8节课  ·‌考勤‌（2分钟）  ·清点人数，记录考勤。  ·设计意图：培养学生的组织纪律性。  ·‌知识讲解‌（每节40分钟，包含课堂互动）  ·‌课堂互动‌（每节5分钟）  ·学生提问、讨论，教师解答。  ·设计意图：增强学生的参与感和理解深度。  ·‌作业布置‌（每节3分钟） | |
| **教学过程** | **主 要 教 学 内 容 及 步 骤** | **设计意图** |
| **考勤**  **（2min）** | ■【教师】清点上课人数，记录好考勤  ■【学生】班干部报请假人员及原因 | 培养学生的组织纪律性,掌握学生的出勤情况 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（一）  **学习准备**  **一、知识准备**  1. 动力电池系统的作用、组成，以及动力电池的类型及特点（查阅“学习参考学习单元三　学习任务一”）。  2. 动力电池系统的工作原理（查阅“学习参考学习单元三　学习任务一”）。  3. 动力电池状态监测（查阅“学习参考学习单元三　学习任务一”）。  4. 电池系统故障诊断及排除方法（查阅“学习参考学习单元三　学习任务一”）。  找出“任务描述”中的关键词，通过查阅“学习参考”和相关维修手册，对应整理出完成该任务所需要的知识点和技能点。    **二、工作场所**  理实一体化教室。  **三、工作器材**  吉利 EV450 车辆、故障诊断仪器、工量具套装、维修工具套装、检测工具套装（包括万用表、绝缘测试仪、电池内阻测试仪、专用示波器、毫欧表、万用接线盒等）、工位安全保护套装（包括警示牌、隔离带套装、绝缘防护垫等）、人员安全防护套装（绝缘手套、耐磨手套、绝缘鞋、护目镜、安全帽等）等。  **计划与实施**  一、现场感受任务描述中的故障现象。  现场体验的故障现象是：  二、在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识，并回答下列问题。  1. 动力电池系统的作用、组成有哪些？  2. 动力电池的类型有哪些？  3. 动力电池系统状态监测主要包括什么？并画出电池系统信息采集的拓扑示意图。  三、在教师的引导下，以小组为单位学习相关技能，并填写下面表格。  1. 工具准备    2. 试车  试车，故障现象与客户描述是否一致： 。  初步分析 ，导致车辆无法行驶。  3. 检查组合仪表盘和中控的故障提示  仪表盘显示情况：  中控显示情况：  操作换挡杆，车辆运行状态：  4. 车辆功能检查  空调系统工作是否正常：  电动真空泵工作是否正常：  连接充电枪，观察仪表盘显示情况：  交流充电枪运行灯点亮情况：  能否正常充电：  5. 车辆基本检查  关闭启动开关，拆下低压蓄电池负极，打开前机舱盖，穿戴好个人防护用具，检查控制单元及线束插头有无松动、损坏等现象 。  经检查：  6. 连接故障诊断仪读取故障码  控制单元可否访问：  有、无故障码： 。故障码： 工具使用规范  7. 查阅电路图，分析故障范围  经检查，可能的故障原因是：  8. 诊断结论  综合以上检查与分析，判断故障点为：  9. 故障排除后，用故障诊断仪消除故障码，并进行如下检查  （1）检查仪表盘及中控是否还有故障提示：  （2）检查高压上电情况：  （3）检查车辆行驶情况：  **【学生】**思考、讨论。 | **展示母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（一），让学生更加仔细的阅读，从而激发学生的学习欲望。** |
| **作业布置**（3min） | **【教师】**布置课后作业  简述动力电池的类型。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（二）  **一、学习效果评价**  1. 选择题  （1）动力电池状态检测的参数包括（　　）。  A. 电压 B. 温度 C. 电流 D. 绝缘  （2）动力电池系统主要组成部件有（　　）。  A. 动力电池箱体 B. 电池模组  C. 电池管理系统 D. 辅助器件  （3）动力电池状态监测的拓扑结构有（　　）。  A. 分布式 B. 集中式 C. 一主多从式  （4）吉利 EV450 轿车动力电池的类型是（　　）。  A. 镍氢电池 B. 磷酸铁锂电池 C. 三元锂电池  2. 技能考核  查阅吉利 EV450 轿车维修手册，根据其电池系统的电路原理图完成车辆检测。  （1）请各小组学习、思考和讨论解决问题的具体工作计划，考虑时间、工具、物料并将流程图画在下面空白处，接下来各组派出代表陈述本组的工作方案。  工作计划流程图（可用图表和思维导图）：  （2）各小组对其他组的工作计划进行互评，教师总评，并将评语写在评价框内。  各小组根据教师和各组的评价进行方案优化。  优化后的流程图：  （3）各小组组长确定每一位学生的学习角色，进行小组任务分配。组员按组长的  要求完成相关任务内容，并将自己所在小组及个人任务内容填入表中。    （4）各小组完成学生实训记录表。    **二、学习过程评价**  1. 请进行必要的最终检查和“6S”管理  2. 请根据实施过程进行总结并完善改进工作计划  总结内容和改进工作计划：  3. 学生填写自评表  要求每一个小组派代表上讲台讲述小组的学习成果和经验收获。  课堂小组经验分享记录：  4. 教师填写总评表及教师评价结果  教师评价结果记录：  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（二）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（二），让学生查阅吉利 EV450 轿车维修手册，根据其电池系统的电路原理图完成车辆检测。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述动力电池状态检测的参数。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（三）  **一、动力电池系统作用**  动力电池系统作为电动汽车的能量源，为整车提供持续稳定的能量，另外还有计算整车的剩余电量和充电提醒，对电池进行电压、温度的检测，漏电检测和异常情况报警，充放电控制和预充电控制，电池一致性的检测，系统自检等作用。  动力电池系统作为电动汽车的能量源，需满足以下基本要求。  （1）能量密度大。  （2）功率密度大。  （3）充放电效率高、循环寿命长。  （4）稳定性好。  （5）成本低。  （6）安全性好。  **二、动力电池的类型及特点**  动力电池常见的类型有铅酸电池、镍氢电池、锂离子电池等。镍氢电池也称为镍金属氧化物电池，一般由正负极、隔膜、电解液、安全阀、外壳等组成。镍氢电池正极的活性物质是氢氧化镍，负极的活性物质是储氢合金，电解液是氢氧化钾水溶液。  镍氢电池的特点如下。  （1）优点：  ① 比功率大。  ② 循环寿命长，一般使用寿命 5～10 年。  ③ 不含铅、镉等对人体有害金属，无污染。  ④ 耐过充电、过放电能力较强。  ⑤ 无记忆效应。  ⑥ 使用温度范围宽。正常使用温度范围为 -30℃～+60℃。  ⑦ 使用安全可靠。  （2）缺点：  ① 成本较高，价格是铅酸电池的 5～8 倍。  ② 单体电池的电压较低，只有 1.2V。  ③ 自放电的损耗较大。  ④ 环境温度对蓄电池的放电电压和放电容量有较大影响。  锂电池大致可分为两类：锂金属电池和锂离子电池。锂金属电池通常是不可充电的，且内含金属态的锂。锂离子电池不含有金属态的锂，并且是可以充电的，被作为主要的动力电池发展。通常运用最多的锂离子动力电池主要有磷酸铁锂电池、锰酸锂电池、钴酸锂电池和三元锂电池（三元镍钴锰），例如吉利 EV450 采用三元锂电池，北汽 EV160 采用磷酸铁锂电池，特斯拉旗下首款车型 Tesla Roadster 使用 18650 型钴酸锂电池。  磷酸铁锂电池是指用磷酸铁锂作为正极材料的锂离子电池。磷酸铁锂电池一般由正极、负极、隔膜、电解液（电解质）、壳体和安全阀等组成。  磷酸铁锂电池的正极活性物质采用锂过渡金属氧化物磷酸铁锂（LiFePO4）。通常所说的钴酸锂电池、锰酸锂电池、磷酸铁锂电池、三元锂电池等都是以锂离子电池的正极材料来命名的。锂离子电池的负极活性物质主要采用碳素材料 。目前常见的碳素材料主要有石墨、软碳、硬碳等。锂离子电池的电解液一般采用非水电解液、聚合物电解质和固体电解质三大类。  锂离子电池的充放电过程就是锂离子的嵌入和脱嵌过程，充电时锂离子从正极材料的晶格中脱出，经过电解质嵌入到负极材料层中；放电时锂离子从负极材料晶格中脱出，经过电解质嵌入到正极材料中。  锂离子电池的特点如下。  （1）锂离子电池的优点。  相对于其他类型的电池，锂离子电池的优点如下。  ① 工作电压高且放电电压稳定。单体锂离子电池的电压为3.6～3.9V，单体镍氢电池的电压约1.2V，单体铅酸电池的电压为2～2.5V。  ② 比能量及能量密度大。  ③ 循环寿命长。  ④ 安全性能好，无公害，无记忆效应。  ⑤ 自放电率低。  ⑥ 可实现安全快速充电。  ⑦ 允许温度范围宽。  （2）锂离子电池的缺点如下。  ① 不能大电流放电。  ② 电池的一致性较差。  ③ 高温和低温的存储性较差。  ④ 耐过充电和过放电能力差。  ⑤ 锂电极表面常常形成一层比较致密的钝化膜，当电池在高温下存储后，在低温下以较大电流放电时，常常出现输出电压的跌落现象，随着放电过程的进行，电压才能缓慢恢复。这一现象称为电压滞后。  ⑥ 价格相对较高。  **三、动力电池系统的组成**  动力电池系统主要由两大部分组成，即电池管理系统和电池本体部分。其中，电管理系统相当于动力电池的神经中枢，主要对电池状态进行检测、对电池电量等进行管理。电池本体部分主要由动力电池模组、动力电池箱体及辅助元器件等部分组成。  1. 动力电池箱体  动力电池箱体主要起到保护动力电池的作用，因此要求箱体坚固、防水。箱体可以分为上箱体和下箱体。上箱体一般不会受到冲击，并且为了减轻重量而采用玻璃钢材质。下箱体在整车的下部，为防止遇到路面磕碰等情况而损坏动力电池，因此采用铸铁或铸铝材料。为了实现上、下箱体之间的密封，由定位装置进行定位，并通过硅酮胶进行密封。  2. 动力电池模组  吉利 EV450 动力电池采用三元锂电池。  （1）电池单体：电池单体是构成动力电池模块的最小单元，一般由正极、负极、电解质及外壳等构成，可实现电能与化学能之间的直接转换。EV450 采用的三元锂电池单体电压为 3.6V。  （2）电池模组：电池模组指由多个电池模块或电池单体串联、并联或串并联组成的一个组合体。  3. 电池管理系统  电池管理系统（BMS）是电池保护和管理的核心部件，在动力电池系统中，它的作用就相当于人的大脑。它不仅要保证电池安全可靠，而且要充分发挥电池的能力，延长其使用寿命，作为电池和整车控制器以及驾驶人员沟通的桥梁，通过控制接触器控制动力电池组的充放电，并向 VCU 上报动力电池系统的基本参数及故障信息。电池管理系统按性质可分为硬件部分和软件部分，按功能可分为数据采集单元和控制单元。BMS 的硬件有采集系统 CSC、电池控制单元 BMU 及高压分配单元，还包括采集电压、电流、温度等数据的电子元器件。软件部分用来监测电池的电压、电流、SOC 值、绝缘电阻值、温度值，通过与 VCU、充电机的通信，来控制动力电池系统的充放电。  4. 辅助元器件  辅助元器件主要包括动力电池系统内部的电子电器元件以及接口，如熔断器、接触器、分流器、插接件及传感器、维修开关等。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（三）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（三），让学生知道电池管理系统（BMS）是电池保护和管理的核心部件，在动力电池系统中，它的作用就相当于人的大脑。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述动力电池系统的组成。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（四）  **四、动力电池系统工作原理**  动力电池系统通过高压插接件与高压配电系统连接，为电机控制器、电动压缩机、PTC 加热器、DC/DC 等高压部件提供高压直流电。同时动力电池系统通过直流快充系统、交流慢充系统以及能量回收装置储存电能。动力电池系统内的BMS 实时采集各电芯的电压、各温度传感器的温度值、动力电池系统的总电压值和总电流值、整车高压绝缘等数据，实时监控动力电池的工作状态，并通过低压插接件连接 CAN 总线与整车控制器进行通信，对动力电池系统进行综合管理。  1. 动力电池的放电过程  动力电池内部的正负极输出端安装有电池高压分配单元，由高压正极接触器、高压负极接触器、预充电阻、预充接触器、电流传感器等组成。当动力电池向外充电或放电时，内部接触器执行相应的操作实现充电或放电。  整车控制器 VCU 检测发出指令给动力电池 BMS，BMS 接收到指令后，自检和初始化完成后报送给 VCU，VCU 发出高压供电指令，BMS 开始按规定控制继电器的闭合和断开。为了防止在接触器闭合的瞬间产生电弧毁坏接触器，在放电时首先要进行预充。BMS 通过总线控制预充接触器的继电器闭合，使预充接触器的线圈通电产生磁场，预充接触器闭合。当预充接触器闭合后，BMS 控制负极接触器的继电器闭合，从而使负极接触器闭合，此时开始给电机控制器里面的电容进行充电，当电容充电完成后，BMS 控制正极接触器的继电器闭合，从而使正极接触器闭合，而预充接触器断开，实现正常的放电过程。  2. 动力电池的充电过程  当车辆处于交流充电模式下，车载充电机检测交流充电接口的 CC、CP 信号（充电枪插入、连接信号）与 VCU 整车控制器通信，然后唤醒 BMS 进行自检和初始化，BMS 唤醒车载充电机并发送充电指令，同时闭合主接触器，动力电池开始充电。  整车 VCU 检测到有充电枪插入后，首先给电机控制器里面的电容进行充电，然后再发出指令给动力电池 BMS，BMS 接收到指令后，通过总线控制预充接触器的继电器闭合，从而使预充接触器的线圈通电产生磁场，使预充接触器闭合。当预充接触器闭合后，VCU 发出指令给动力电池 BMS，通过控制负极接触器的继电器闭合，从而使负极接触器闭合。此时，预充电阻起到限制充电电流的作用，对动力电池进行小电流充电，主要目的是通过小电流充电来估算正常充电电流大小；而后正极接触器闭合，预充电阻被短路，此时开始进行大电流充电，从而开始正常充电过程。  **五、动力电池状态监测**  电池参数监测主要在于动力电池中关键数据的采集。而数据采集是动力电池管理系统所有功能的基础，其采集的精度和速度直接反映了电池管理系统的优劣。动力电池需要采集的数据信息包括电池组总电压、电流、电池模块电压和温度。目前，信息采集系统有三种拓扑结构，一种是分布式信息采集系统。这种系统的电压、温度等信息采集，通过总线与主控通信。这种拓扑结构的优点是设计、构造简单，连线少，可靠性高，便于扩展。但是这类拓扑结构每支电池都需要一块控制板，安装烦琐，成本高。  另一种是集中控制式。这种系统中电压、温度等信息采集工作均由主控完成（无从控），主控与电池无总线通信，直接用导线相连。这种拓扑结构的优点是设计、构造简单，缺点是连线长、连线多，可靠性不高，管理电池数量不能太多。还有一种是集合上述两种方式，采用一主多从的拓扑结构。  多个从控分别进行分布式信息采集，然后再进行主控。一主多从式信息采集系统的电压、温度等信息采集工作由从控完成，一个从控管理若干单体电池，主控与从控通过总线通信，并和外部进行通信。这种形式不需要在每个电池上安装控制电路板，连接灵活；从控离电池近，避免过长连线；便于扩展。缺点是需要考虑主从之间的通信隔离，通信多样、控制复杂。  1. 单体电压监测  单体电池电压采集的目的是了解当前动力电池中任意一个单体电池的电压情况，并以此来判断每个单体电池的充电终止和放电终止条件，防止过充电和过放电，保护电池使用安全。同时可以用来累计获得整个电池组的电压，可以根据单体电压压差来判断单体差异性。  2. 动力电池组电压监测  在计算电池电荷 SOC 的时候，往往会用电池组的总电压来核算，这是评价电池包性能的重要参数之一。电池组的总电压若采用单体电压累加计量而成，单体电压采样会存在一定的时间差异性，这个差异无法与电池传感器的数据实现精确对齐，因此往往采集电池包电压作为主参数来进行运算。在诊断继电器的时候，需要电池包内外电压一起比较，所以这里对电池包电压至少进行两路测量。  3. 电池温度监测  动力电池都是由众多的单体电池通过组装而成，在充放电过程中单体电池会产生热量，在局部会造成热量积累，造成各处温度不均匀影响单体电池的一致性，从而降低电池充放电循环效率，影响电池的功率和能量发挥，严重时还会导致热失控，影响系统的安全性和可靠性。另外，电池在充放电过程中如果温度过低，也会导致电池的容量降低、车辆行驶里程缩短等情况。为了使电池组发挥最佳的性能和寿命，需要对电池进行热管理，将电池组温度控制在合理范围内。常见的温度采集采用热敏电阻温度传感器。  4. 电流监测  电池组内的单体电池以串联的形式为整车提供电能，因此电流测量一般只需要测量动力电池母线电流即可。动力电池母线电流检测一般常见两种方法：一种为高压回路串联电流传感器，另一种是用霍尔电流传感器套在高压母线上。主电路中电流变大时，电流传感器会给 BMS 信号，以提醒 BMS 动力电池或者外部电路可能存在故障。  霍尔电流传感器是根据霍尔效应制作的磁场传感器。具有测量精确度高、线性度好、工作频带长、过载和抗干扰能力强、测量范围大等优点。同时霍尔传感器在参数测量过程中能实现主电路回路和单片机系统的隔离安全性更高。霍尔传感器最先在日系混合动力车上用的较多，现在由智能的分流器完成电压和电流的采样，通过串行总线传输，甚至可以在里面实现 SOC 的估算。  5. 绝缘电阻监测  绝缘电阻是反映电池供电安全的重要指标，根据人体所能够承受的最大电压，绝缘电阻一旦低于 500Ω/V，电池管理系统就应该对驾乘人员做出安全警告或者切断高压继电器停止供电。根据 GB/T18384.1—2015 的定义，高压电池系统属于 B 级电压，即30VAC（RMS）＜ U ≤ 1000VAC（RMS）或 60VDC ＜ U ≤ 1500VDC。在电池管理系统内，一般需要对整个电池系统和高压系统进行绝缘检测，一种比较简单的测量方式是依靠电桥测量总线正极和负极对地线的绝缘电阻。而高压回路绝缘状态监测点，一般设置在正极母线和负极母线接触器主接触点处，动力电池金属底壳与车身搭铁也必须保持良好。通过检测高压回路正负母线对车辆底盘的绝缘电阻，也可以反应高压电气系统的绝缘性能。  根据国家推荐的电动汽车绝缘电阻计算方法，绝缘电阻计算硬件原理。R + 和 R - 为待计算的正负母线对地的绝缘电阻；R0 为计算绝缘电阻而设置的偏置电阻；虚线框中的部分则为计算正负母线对地电压所采用的电阻分压采样电路。通过控制器的循环控制，交替将 R0 并联到正负母线对地电阻上并测得相应的 V + 和 V -，根据基尔霍夫电压和电流定律即可计算出正负母线的对地电阻。  **六、故障排除**  1. 母线电压 / 电流数据异常故障原因  （1）电流或电压传感器故障、温度传感器故障、动力电池内部不均衡、动力电池内部虚接、熔断器断路等。  （2）温度传感器元器件及其线路损坏、散热风扇电路连接、散热风扇故障。  2. 故障排除思路  排除“母线电压 / 电流数据异常”故障，首先检查绝缘是否正常，检查 VCU 是否正常工作，检查 BMS 是否正常工作，如能够进入 BMS 检查动力电池参数是否正常。检查温度传感器安装，检测温度传感器线路及其元器件，检查风扇插头线，检测风扇电路连接情况，给风扇单独供电，检查风扇是否正常。  3. 母线电压 / 电流数据异常的故障排除  以某电动车为例，通过检修母线电压 / 电流数据异常的故障思路如下。  （1）检查仪表有无绝缘报警。  （2）连接诊断仪，打开启动开关，进入诊断仪，读取是否有故障码。  （3）进入电池管理系统 BMS，读取电池信息，若电池单体电压不正确，故判断动力电池内部单体电池损坏或不均衡，更换动力电池。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（四）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了母线电压/电流显示异常故障诊断与排除（四），让学生知道说明文根据表达方式的不同，可以分为一般性说明文和文艺性说明文。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述动力电池系统工作原理。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示电池状态信息显示异常故障诊断与排除（一）  **学习准备**  **一、知识准备**  1. 电池管理系统的基本功能及组成（查阅“学习参考学习单元三　学习任务二”）。  2. 电池管理系统的信息管理（查阅“学习参考学习单元三　学习任务二”）。  3. 电池管理系统故障诊断及排除方法（查阅“学习参考学习单元三　学习任务二”）。  找出“任务描述”中的关键词，通过查阅“学习参考”和相关维修手册，对应整理出完成该任务所需要的知识点和技能点。    **二、工作场所**  理实一体化教室。  **三、工作器材**  吉利 EV450 车辆、故障诊断仪器、工量具套装、维修工具套装、检测工具套装（包括万用表、绝缘测试仪、电池内阻测试仪、专用示波器、毫欧表、万用接线盒等）、工位安全保护套装（包括警示牌、隔离带套装、绝缘防护垫等）、人员安全防护套装（绝缘手套、耐磨手套、绝缘鞋、护目镜、安全帽等）等。  **计划与实施**  一、现场感受任务描述中的故障现象。  现场体验的故障现象是：  二、在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识，并回答下列问题。  1. 电池管理系统的基本功能有哪些？  2. 电池管理系统的信号管理主要包括什么？  三、在教师的引导下，以小组为单位学习相关技能，并填写下面表格。  1. 工具准备    2. 试车  试车，故障现象与客户描述是否一致 。  初步分析 ，导致车辆无法显示信息。  3. 检查组合仪表盘和中控的故障提示  仪表盘显示情况：  中控显示情况：  操作换挡杆，车辆运行状态：  4. 车辆功能检查  空调系统工作是否正常：  电动真空泵工作是否正常：  连接充电枪，观察仪表盘显示情况：  交流充电枪运行灯点亮情况  能否正常充电：  5. 车辆基本检查  关闭启动开关，拆下低压蓄电池负极，打开前机舱盖，穿戴好个人防护用具，检查控制单元及线束插头有无松动、损坏等现象 。  经检查：  6. 连接故障诊断仪读取故障码  控制单元可否访问：  有、无故障码： 。故障码：  7. 查阅电路图，分析故障范围  检查 BMS 的 P-CAN 通信系统线路：关闭启动开关，连接双通道示波器测试线，打开启动开关，用示波器观察 CAN- H、CAN- L 信号。请绘出 P-CAN 总线波形： 工具使用规范波形是否正常：  8. 诊断结论  综合以上检查与分析，判断故障点为：  9. 故障排除后，用故障诊断仪消除故障码，并进行如下检查  （1）检查仪表盘及中控是否还有故障提示：  （2）检查高压上电情况：  （3）检查车辆行驶情况：  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解电池状态信息显示异常故障诊断与排除（一）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了电池状态信息显示异常故障诊断与排除（一），让学生能准确讲述电池管理系统的基本功能及组成。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述电池管理系统的信号管理。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示电池状态信息显示异常故障诊断与排除（二）  一、学习效果评价  1. 选择题  （1）吉利 EV450 轿车电池管理系统进行通信时采用（　）总线技术。  A. CAN B. LIN C. 以太网 D. flexray  （2）CAN-H 和 CAN-L 之间的电压值差（　　）V。  A. 1.5 B. 2.5 C. 3.5 D. 2  （3）CAN-H 和 CAN-L 两个终点之间的电阻为（ ）Ω。  A. 60 B. 120 C. 0 D. ∞  2. 技能考核  查阅吉利 EV450 轿车维修手册，根据其电池管理系统的电路原理图完成车辆检测。  （1）请各小组学习、思考和讨论解决问题的具体工作计划，考虑时间、工具、物料并将流程图画在下面空白处，接下来各组派出代表陈述本组的工作方案。  工作计划流程图（可用图表和思维导图）：  （2）各小组对其他组的工作计划进行互评，教师总评，并将评语写在评价框内。  各小组根据教师和各组的评价进行方案优化。  优化后的流程图：  （3）各小组组长确定每一位学生的学习角色，进行小组任务分配。组员按组长的要求完成相关任务内容，并将自己所在小组及个人任务内容填入表中。    （4）各小组完成学生实训记录表。    **二、学习过程评价**  1. 请进行必要的最终检查和“6S”管理  2. 请根据实施过程进行总结并完善改进工作计划  总结内容和改进工作计划：  3. 学生填写自评表  要求每一个小组派代表上讲台讲述小组的学习成果和经验收获。  课堂小组经验分享记录：  4. 教师填写总评表及教师评价结果  教师评价结果记录：  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解电池状态信息显示异常故障诊断与排除（二）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了电池状态信息显示异常故障诊断与排除（二），让学生查阅吉利 EV450 轿车维修手册，根据其电池管理系统的电路原理图完成车辆检测。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述CAN-H 和 CAN-L 之间的电压值差。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示电池状态信息显示异常故障诊断与排除（三）  **一、电池管理系统的功能**  电池管理系统 BMS（battery management system），通过检测电池组中各单体电池的状态来确定整个电池系统的状态，并根据它们的状态将相关参数上报整车控制器 VCU，从而对动力电池系统进行对应的控制调整和策略实施，实现对动力电池系统及各单体电池的充放电管理，以保证动力电池系统安全稳定的运行。因此 BMS 是动力电池的核心配件，它的主要功能如下。  1. 电池状态监测  电池状态监测主要在于动力电池中关键数据的采集。数据  采集是动力电池管理系统中 SOC 状态分析、均衡管理、热管理等功能的基础，它的精度和采集速度反映了 BMS 的优劣。BMS采集的数据信息包括单体电池的电压及温度、电池组总电压、  总电流、高压绝缘等。实时采集电动汽车电池组中的每块电池的端电压和温度、充放电流以及电池组总电压等。由于电池组中的每块电池在使用中的性能和状态不一致，因而对每块电池的电压、电流和温度数据都要进行监测，有效预测各单体电池的供电性能，及时发现性能老化的故障电池，掌握电池组的运行状况，为电池组维护提供依据，保证电池安全无故障运行。  2. 电池状态分析  对电池状态的分析主要是电池剩余电量 SOC 及电池老化程度 SOH 这两个方面。SOC 能够让驾驶人获得直接的信息，了解到剩余的电量对续航里程的影响。SOC 的分析会受到 SOH 的影响，电池的 SOH 在使用过程中受到温度和电流等持续影响而需要不断进行分析，以确保 SOC 分析的准确性。目前在对 SOC 的分析上，主要有电荷计量法、开路电压法、卡尔曼滤波法、人工神经网络算法和模糊逻辑法等。  3. 电池安全保护  动力电池的安全保护主要包括过电流保护、过充放保护、过温保护和绝缘监测等。当电池工作时电流过大会造成电池内部温度上升，导致电池热稳定性下降；对于锂离电池来说，当充放电流大于其锂离子脱嵌能力时，将导致电池的极化电压增加，使电池的实际容量减小，影响电池的使用寿命，因此一旦电流过大时需要采取相应的措施进行过电流保护。当电池电量或能量过低需要充电时，会及时报警，以防止电池过放电而损害电池的使用寿命；当电池组的温度过高，非正常工作时，会及时报警，以达到过温保护的目的。  4. 电池能量控制管理  充放电是电池组使用中的主要环节，电池组的使用寿命在很大程度上取决于电池组充放电过程中的管理和维护。要想避免单体电池由于过充电、过放电导致提前失效，确保电池组的功能和性能指标达到或者接近单体电池的平均水平，对电池组中单体电池之间实现均衡控制和管理是必由之路。  当电池之间有差异时，由一定措施进行补偿，并用一定的手段来显示性能不良的电池位置，以便修理替换。一般采用充电补偿功能，设计有旁路分流电路，以保证每个单体都可以充满电，这样可以减缓电池老化的进度，延长电池的使用寿命。  5. 电池信息管理  通过电池管理系统实现电池参数和信息与车载设备或非车载设备的通信，为充放电控制、整车控制提供数据依据是电池管理系统的重要功能之一。  根据应用需要，数据交换可采用不同的通信接口，如模拟信号、PWM 信号、CAN 总线或 I2C 串行接口。  **二、电池管理系统的组成**  动力电池管理系统从结构性质上可分为硬件部分和软件部分。动力电池管理系统 电池电压监测 电池电流监测 温度监测 过流保护 过充过放保护 过温保护 电池充电控制管理 电池放电控制管理 电池均衡控制管理 电池信息显示 系统内外信息交互 电池历史信息存储 电池剩余电量评估 电池老化程度评估的硬件部分包括电池控制单元、采集系统（CSC）和电池高压分配单元等，还包括采集电压、电流、温度等数据的电子元器件。  1. 电池控制单元  接收整车控制器的指令，根据高压回路硬件绝缘状况，控制正负母线接触器是否开闭，决定整车安全上下电；接收采集系统 CSC 采集的电池电压、电池温度的数据，分析计算电池包内电池的电压和电量以及充放电能力，与整车控制器或充电机通信；存储电池充电次数，计算电池寿命；存储电池故障信息。  2. 采集系统 CSC  对各个电池模块的电压巡检采集、计算与处理；找出最高电压电芯、最低电压电芯；计算电芯电压最高与电芯电压最低的差值应小于 0.03V ；充电时有一节电芯电压达到充电截止电压，即停止充电；放电时有一节电芯电压降到放电截止电压，即停止放电；通过可靠性高的数据传输通道与主控盒进行指令及数据的双向传输。  3. 电池高压分配单元  包括预充接触器、高压正负极接触器、预充电阻、电流传感器等。  4. 传感器  采集动力电池的电压、电流和温度等信号。  5. 底层软件  架构符合 AUTOSAR 标准，模块化开发容易实现扩展和移植，提高了开发效率。  6. 应用层软件  动力电池管理系统的控制核心，包括电池保护、电气伤害保护、故障诊断管理、热管理、继电器控制、从控控制、均衡控制、SOC 估计和通信管理等模块。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解电池状态信息显示异常故障诊断与排除（三）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了电池状态信息显示异常故障诊断与排除（三），让学生知道架构符合 AUTOSAR 标准，模块化开发容易实现扩展和移植，提高了开发效率。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述电池管理系统的组成。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示电池状态信息显示异常故障诊断与排除（四）  **三、电池管理系统信息管理**  BMS 通过通信接口与整车控制器、电机控制器、能量管理系统、车载显示系统等进行通信。  整个工作过程大致为：首先利用数据采集系统 CSC 采集电池的电流、电压和温度等数据，然后将采集到的数据发送给电池控制单元，电池控制单元对数据进行分析和处理后，发出对应的程序控制和变更指令，最后对对应的模块做出处理措施，对电池系统或电池进行调控，同时将实时数据发送到显示单元模块。  这些功能主要通过 CAN 总线实现，CAN 总线的数据传输有多主结构、双绞线传输、压差驱动、高速传输和容错特性等特点，它采用了双绞线的结构，在双绞线外部包裹有屏蔽线。与一般的通信总线相比，CAN 总线数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性。在 CAN 总线的 CAN-H 和 CAN-L 线路端（或节点内）均以终端电阻连接，终端电阻的阻值为 120Ω。  CAN-H 线和 CAN-L 线上电压都为 2.5V，两线之间的电压差为 0V，为隐性电平；当 CAN-H 线上电压升至约 3.5V、CAN-L 线上电压降至约 1.5V，两线之间的电压差约为 2V，此时为显性电平。CAN 总线依靠电平的变化来传送信息。  **三、电池状态信息显示常见故障排除**  1. 常见故障  （1）BMS 不能与整车控制器通信：BMS 不能与整车控制器通信主要原因有 BMS 不工作、CAN 总线故障。  （2）绝缘检测报警：绝缘检测报警的主要原因有：电池或驱动器存在漏电、绝缘模块检测线安装不牢固。  （3）车载仪表无 BMS 数据显示：车载仪表无 BMS 数据显示的主要原因有主控模块线束连接异常、BMS 供电电源故障、BMS 元件故障。  2. 故障排除思路  排除“BMS 不能与整车控制器通信”故障，首先检查 BMS 的电源 12V/24V 是否正常；检测 BMS 搭铁是否正常；检查 CAN 信号传输线是否损坏或插头是否连接牢固；检测 CAN 端口数据，是否能够收到 BMS 或者整车控制器数据。排除“绝缘检测报警”故障，首先使用诊断仪查看绝缘检测数据，查看电池母线电压，负母线对地电压是否正常；然后使用绝缘表分别测量母线和驱动器对地之间的绝缘电阻。排除“车载仪表无 BMS 数据显示”故障，首先检查 BMS 线束是否连接完备；然后检测 BMS 电源是否正常；最后更换 BMS 元件。  3.“车载仪表无 BMS 数据显示”的故障排除  （1）连接诊断仪读取故障码，BMS 系统读取故障码失败，整车控制系统故障码与BMS 通信丢失。  （2）检查 BMS 控制模块线束是否连接完备。  （3）用万用表检测 BMS 供电电路是否有 12V 电源，用万用表检查熔断器 EF01 和IF18 是否熔断，如熔断，更换。  （4）检查 BMS 控制模块与整车控制器之间 CAN 总线是否正常，检查整车控制器CAN-H 与动力电池 BMS 模块 CAN-H 是否导通；检查整车控制器 CAN-L 与动力电池BMS 模块 CAN-L 是否导通；如不导通，更换或维修。否则更换 BMS 模块。  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解电池状态信息显示异常故障诊断与排除（四）的基本理论知识。** |
| **课堂小结**  （3min） | 【**教师**】**回顾和总结本节课的知识点。**  **这节课我们一起学习了电池状态信息显示异常故障诊断与排除（四），让学生知道检查 BMS 控制模块与整车控制器之间 CAN 总线是否正常。** | 通过对所学知识的回顾，培养学生的归纳总结能力 |
| **作业布置**（2min） | **【教师】**布置课后作业  简述电池状态信息显示常见故障排除。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |