

新能源汽车专业规划教材

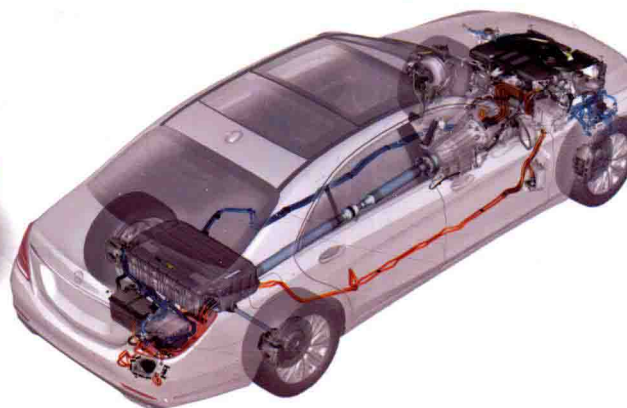
电动汽车



构造原理 及检修

北京中汽恒泰教育科技有限公司◎组编
弋国鹏 魏建平 刘凤良◎编著

Structural Principle and
Maintenance of Electric Vehicle



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新能源汽车专业规划教材

电动汽车构造原理及检修

北京中汽恒泰教育科技有限公司 组编

弋国鹏 魏建平 刘凤良 编著



机械工业出版社

《电动汽车构造原理及检修》主要是按照故障诊断流程将新能源汽车常见的各类故障进行详细的讲解,包括整车集成管理系统(VCU)的故障诊断与检修、动力电池管理系统(BMS)的故障诊断与检修、驱动电机控制单元(MCU)的故障诊断与检修、充电(慢充)系统的故障诊断与检修、空调系统的故障诊断与检测、绝缘系统的故障诊断与检测共6个学习领域的内容。

《电动汽车构造原理及检修》的主要任务是规范汽车诊断思维、细化技术细节,指导学生在具体的诊断过程中进一步掌握新能源汽车的结构和控制逻辑,学会各种诊断设备的使用,培养学生将宽泛的基础知识和实际的车型相结合,以便学生更有效地从事汽车故障诊断的工作。

《电动汽车构造原理及检修》定位为高职院校汽车检测与维修专业教材,也可以作为各类技能大赛的指导性教材。

图书在版编目(CIP)数据

电动汽车构造原理及检修/弋国鹏,魏建平,刘凤良编著. —北京:机械工业出版社,2018.5

新能源汽车专业规划教材

ISBN 978-7-111-59703-2

I. ①电… II. ①弋… ②魏… ③刘… III. ①电动汽车-构造-教材②电动汽车-车辆修理-教材 IV. ①U469.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第077825号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李军 责任编辑:李军 责任校对:刘秀芝

封面设计:马精明 责任印制:张博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2018年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·15.75印张·384千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-59703-2

定价:49.90元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

前 言

为提升历年技能竞赛相关的技术规范和日常教学活动结合的紧密程度，培养学生在汽车故障诊断过程中的诊断思维和规范性操作，培养学生将理论知识和实际维修案例相结合，编写故障诊断和检测的技术文件的能力，帮助学生准备各类技能竞赛。在经过大量的试验和实践总结后，我们编写了这本实践性很强的指导性教材，供高职院校及其他院校汽车检测与维修专业学生使用。

本教材符合国家对技术技能型紧缺人才培养培训工作的要求，注重以就业为导向，以能力为本位，面向市场，面向社会，体现了职业教育的特色，满足了高素质人才培养的需求。

本教材的编写以“创新职业教育理念、改革教育教学模式、提升学生职业素质、适应经济社会发展”为指导思想，采用职教专家、行业一线企业和出版社相结合的编写模式。在组织编写过程中，认真总结了历年各种竞赛的相关技术文件，通过大量的验证性试验总结原车的结构特点和控制流程，并基于此制订了规范的诊断流程，同时还注意吸收了工业发达国家先进的职教理念和方法，形成以下特色：

1) 打破传统的教材体例，以具体故障诊断过程为单元确定知识目标和能力目标，使培养过程实现“知行合一”。

2) 以工作过程为导向，细化作业过程，规范思维和作业过程，对必要的理论知识进行了详细的解释，真正将各种技能竞赛的要求和日常的教学活动有机结合起来。

3) 在内容的选择上，注重汽车后市场职业岗位对人才的知识要求、能力要求，力求与相应的职业资格标准衔接，并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

本书由北京中汽恒泰教育科技有限公司组织编写，孙保强、魏瑞龙、贺贵栋、刘超、曾珊珊、黄香思、柳琪、宋宗奇等参与了资料收集、数据采集、文稿整理及其他相关工作，在此对他们表示衷心的感谢。

由于经验有限，对车辆的控制技术在认知上还有一定的缺陷，所有诊断流程、测量数据等均可能有疏漏之处，请使用本书的师生提出宝贵意见，以便在今后进行补充和改进。

编 者

目 录

前 言

学习领域 1 整车集成管理系统 (VCU) 的故障诊断与检修	1
1.1 VCU 的故障诊断与检修教学准备	1
1.2 相关知识: 北汽电动汽车 VCU 概述	12
1.3 相关技能: 北汽电动汽车 VCU 故障的诊断与检修	35
学习领域 2 动力电池管理系统 (BMS) 的故障诊断与检修	83
2.1 BMS 的故障诊断与检修教学准备	83
2.2 相关知识: 北汽电动汽车 BMS 概述	89
2.3 相关技能: 北汽电动汽车 BMS 电路的诊断与检测	96
学习领域 3 驱动电机控制单元 (MCU) 的故障诊断与检修	107
3.1 MCU 的故障诊断与检修教学准备	107
3.2 相关知识: 北汽电动汽车 MCU 的结构与工作原理	117
3.3 相关技能: 北汽电动汽车 MCU 的故障诊断与检测	142
学习领域 4 充电 (慢充) 系统的故障诊断与检修	161
4.1 充电 (慢充) 系统的故障诊断与检修教学准备	161
4.2 相关知识: 北汽电动汽车慢充系统的结构与原理	170
4.3 相关技能: 北汽电动汽车慢充系统电路的诊断与检测	178
学习领域 5 空调系统的故障诊断与检测	195
5.1 空调系统的故障诊断与检测教学准备	195
5.2 相关知识: 北汽电动汽车空调系统的结构与原理	203
5.3 相关技能: 北汽电动汽车空调系统的诊断与检测	211
学习领域 6 绝缘系统的故障诊断与检测	225
6.1 绝缘系统的故障诊断与检测教学准备	225
6.2 相关技能: 北汽电动汽车高压绝缘系统的结构与检测	231

学习领域1

整车集成管理系统 (VCU)的故障诊断与检修

1.1 VCU 的故障诊断与检修教学准备

1. 任务描述

VCU 常见的故障现象有以下几种：

(1) 动力电池系统

- 1) 打开点火开关，动力电池无法上电。
- 2) 连接慢充设备，无法对动力电池进行慢速充电。
- 3) 连接快充设备，无法对动力电池进行快速充电。

(2) 辅助系统

- 1) 打开点火开关，DC/DC 变换器系统无法为低压蓄电池充电。
- 2) 打开点火开关，制动系统真空泵运行异常。
- 3) 打开点火开关，冷却系统运行异常。
- 4) 打开点火开关，档位指示异常。
- 5) 打开点火开关，踩制动踏板，挂入 D 位或 R 位，松开制动踏板，踩加速踏板，车辆可以低速运行，但速度无法上升（电机限功率）。

(3) 通信系统

- 1) 连接诊断设备，诊断设备和车辆无法进行通信。
- 2) 打开点火开关，仪表无信息显示及提示。

(4) 空调系统

- 1) 打开点火开关，空调制冷系统无法工作。
- 2) 打开点火开关，空调制热系统无法工作。

(5) 充电系统

- 1) 连接慢充设备，车辆无法进行慢速充电。
- 2) 连接快充设备，车辆无法进行快速充电。

说明：为了更好地学习和掌握 VCU 的结构、工作原理、诊断和检测，应首先结合多媒体课程中 VCU 的结构、工作原理、诊断和检测内容进行系统地学习。注意本文列举出的部分典型故障对系统的影响以及故障现象，而这些现象只针对 VCU 的控制系统进行分析和说明。

2. 任务分析

要想完成以上故障的诊断与排除，需要具备以下知识和技能：

(1) 相关知识

- 1) 新能源汽车防护。
- 2) 北汽电动汽车 VCU 的结构与工作原理。
- 3) 北汽电动汽车 VCU 的检测与故障排除。
- 4) 北汽电动汽车整车管理系统。
- 5) 北汽电动汽车数据通信。
- 6) 北汽电动汽车高压互锁原理。
- 7) 北汽电动汽车高压绝缘监测和检测。
- 8) 北汽电动汽车冷却系统的结构和工作原理。

(2) 相关技能

- 1) 绝缘防护以及隔离警告设备、用品的规范使用。
- 2) 万用表、示波器、解码器、绝缘表等常见设备的使用。
- 3) 维修资料的查阅、电路原理图的识读和分析。
- 4) 常见故障的诊断与排除。
- 5) 5S 管理和操作。

3. 初步分析

注意：

- 1) 用正确的方法检测车辆辅助蓄电池+B 电压，确认+B 电压达到 11.5V 以上。
- 2) 在此分析时只考虑电气故障，不考虑机械故障，此条适用于以下所有诊断分析。
- 3) 在打开点火开关过程中，须观察以下信息。

(1) 动力电池系统

注意：

此部分只诊断和分析动力电池不上电故障，充电时动力电池不上电结合充电系统进行说明。

打开点火开关，仔细听动力电池正、负继电器是否发出“咔嗒”的正常工作声并保持。如果正、负继电器没有发出“咔嗒”的正常工作声，则可能存在以下故障：

- 1) 点火开关 15 电源电路以及自身故障。
- 2) 总负继电器控制故障。
- 3) CAN 总线通信电路故障。
- 4) VCU 及电路。
- 5) 电路插接器。
- 6) BMS 唤醒电路故障。
- 7) 电机系统唤醒电路故障。

如果正、负继电器发出“咔嗒”的正常工作声后又断开，则可能存在以下故障：

- 1) VCU 存在严重故障引起系统保护。
- 2) 高压互锁电路、插接器及所连接的控制单元故障引起系统保护。
- 3) 高压绝缘性能降至车辆设定的最低值引起系统保护。

(2) 辅助系统

1) 打开点火开关，观察仪表显示是否正常，如图 1-1 和图 1-2 所示。

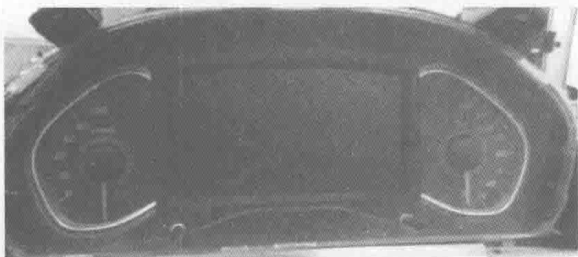


图 1-1 点火开关未打开

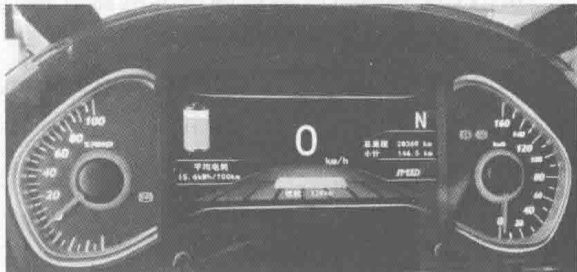


图 1-2 点火开关打开

如果仪表无任何显示，如图 1-1 所示，则可能存在以下故障：

- ① 点火开关供电电源及输出+15 电源线路故障。
- ② 点火开关自身故障。
- ③ 仪表电源及自身故障。

2) 观察仪表信息显示是否完整，包括变速杆的位置、蓄电池电量、里程等信息，如图 1-3 所示。

① 如果显示不完整（图 1-4），则可能存在以下故障：

- a. VCU 电源故障。
- b. VCU 自身故障。
- c. CAN 总线通信故障。
- d. VCU 控制单元及电路故障。
- e. 电路连接插接器故障。
- f. BMS 唤醒电路故障。
- g. 电机系统唤醒电路故障。
- h. 仪表自身故障。

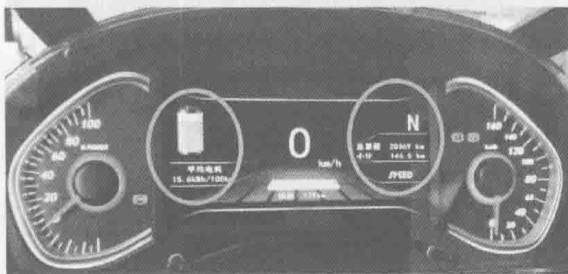


图 1-3 点火开关打开后仪表的正常显示

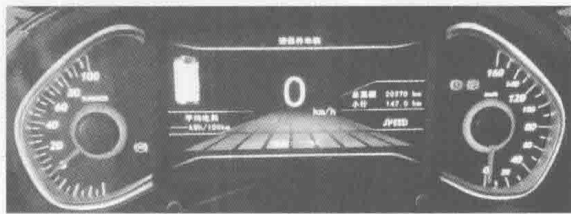


图 1-4 点火开关打开后仪表显示信息缺失

② 如果仪表提示低压蓄电池故障（图 1-5），则可能存在以下故障：

- a. DC/DC 变换器使能电路故障。
- b. DC/DC 变换器自身故障。
- c. DC/DC 变换器电源电路故障。

③ 如果如图 1-6 所示仪表提示冷却系统（冷却液泵或电子扇）故障，则可能存在以下故障：

- a. VCU 冷却液泵继电器控制及继电器故障。

- b. 冷却液泵电源电路故障。
- c. 冷却液泵自身故障。
- d. VCU 风扇继电器控制及继电器故障。
- e. 冷却风扇电源电路故障。
- f. 冷却风扇自身故障。



图 1-5 点火开关打开后仪表提示低压蓄电池故障



图 1-6 点火开关打开后仪表提示冷却系统故障

④ 如果仪表提示制动系统（真空泵或真空压力传感器）故障（图 1-7），则可能存在以下故障：

- a. 真空泵控制电路故障。
- b. 真空泵自身故障。
- c. 真空压力传感器控制电路故障。
- d. 真空压力传感器自身故障。

⑤ 如果只是档位显示不完整或闪烁（图 1-8），通过旋钮式电子变速杆验证。



图 1-7 点火开关打开后仪表提示制动系统故障



图 1-8 点火开关打开后仪表档位显示异常

操作旋钮式电子变速杆，观察仪表档位显示和旋钮式电子变速杆位置以及指示是否一致，且无闪烁，如图 1-9 和图 1-10 所示。

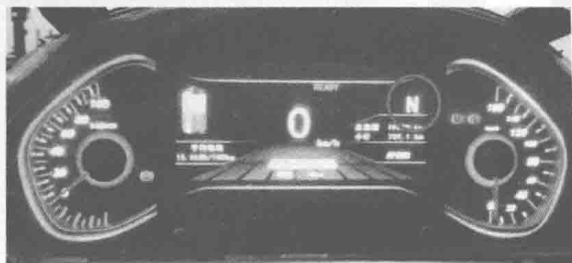


图 1-9 点火开关打开后仪表档位显示



图 1-10 旋钮式电子变速杆

如果仪表档位指示灯闪烁, 踩制动踏板, 重新将旋钮式电子变速杆置于 N 位后, 在选择其他档位, 如果显示不一致或闪烁, 则可能存在以下故障:

- a. 旋钮式电子变速杆电源、信号输出电路故障。
- b. 旋钮式电子变速杆自身故障。
- c. VCU 故障 (内部档位信号处理、判断)。
- d. 仪表故障 (内部档位信号处理、显示)。

3) 起动车辆进行路试, 如果踩加速踏板, 车辆速度无法上升, 且仪表显示进入跛行状态, 则可能存在以下故障, 如图 1-11 所示:

- ① VCU 存在故障或故障码引起系统对电机限功率保护。
- ② 高压绝缘性能降至车辆设定的保护值引起系统对电机限功率保护。
- ③ 加速踏板位置传感器及电路故障。
- ④ 制动开关信号异常。

(3) 通信系统

1) 打开点火开关, 观察仪表显示是否正常, 如图 1-12 所示。如果仪表显示异常 (图 1-13), 则可能存在以下故障:

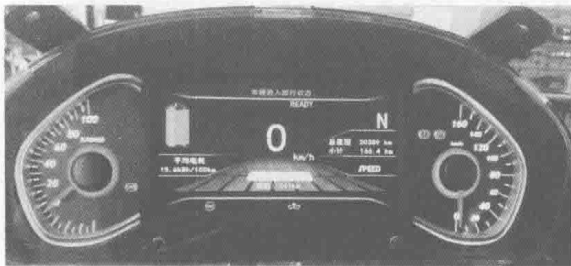


图 1-11 车辆仪表提示车辆进入跛行状态

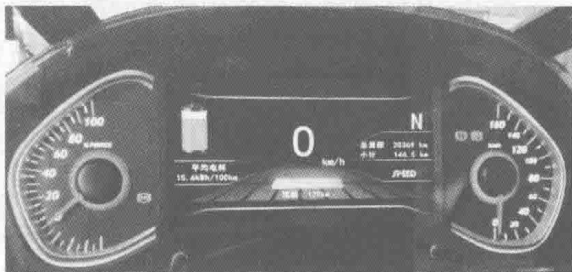


图 1-12 车辆仪表显示情况

- ① 整车 VCU 至 BMS 系统 CAN 总线通信故障。
- ② 整车 VCU 至组合仪表系统 CAN 总线通信故障。
- ③ 整车 VCU 至 MCU 系统 CAN 总线通信故障。
- ④ 整车控制器本身及电路故障。
- ⑤ 动力电池管理系统本身及电路故障。
- ⑥ 电机控制系统本身及电路故障。

2) 连接车辆故障诊断仪进行验证, 如图 1-14 所示。



图 1-13 车辆仪表显示 EBD 故障

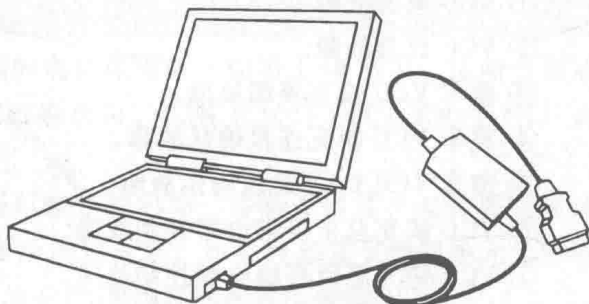


图 1-14 车辆诊断仪

(4) 空调系统

1) 打开点火开关, 操作 A/C 或 MODE 开关观察空调控制面板显示是否正常, 如

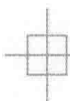


图 1-15 所示。

操作 A/C 或 MODE 开关, 如果空调面板无任何显示 (图 1-16), 则可能存在以下故障:

- ① VCU 电源故障。
- ② VCU 自身故障。
- ③ VCU 空调继电器控制及继电器故障。
- ④ 整车 CAN 总线电路故障。
- ⑤ 空调继电器电源故障。



图 1-15 空调面板显示情况

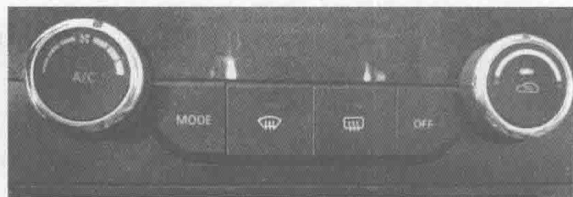


图 1-16 空调面板无任何显示

2) 开启空调制冷功能, 空调制冷功能异常, 则可能存在以下故障, 如图 1-17 所示:

- ① VCU 风扇继电器控制及继电器故障。
- ② 空调控制器故障。
- ③ 空调压缩机控制器故障。
- ④ 空调压力开关故障。
- (5) 充电系统

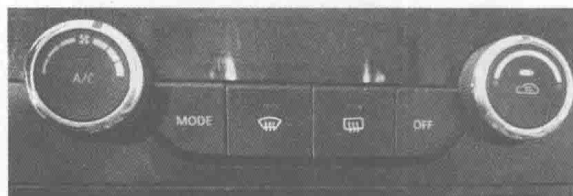


图 1-17 空调面板显示情况

1) 连接慢充设备, 车辆无法进行慢速充电, 则可能存在以下故障:

- ① VCU 电源故障。
- ② VCU 自身故障。
- ③ 整车 VCU 慢充唤醒故障。
- ④ 整车 VCU CAN 总线通信故障。
- ⑤ VCU 动力电池正极继电器控制故障。
- ⑥ VCU 动力电池负极继电器控制故障。

2) 连接快充设备, 车辆无法进行快速充电, 则可能存在以下故障。

- ① VCU 电源故障。
- ② VCU 自身故障。
- ③ 整车 VCU 快充唤醒故障。
- ④ 整车 VCU 快充连接确认故障。
- ⑤ 整车 VCU CAN 总线通信故障。
- ⑥ VCU 快充总正极继电器控制故障。
- ⑦ VCU 快充总负极继电器控制故障。

注意: 如果仪表上报出具体系统或部件故障, 首先结合此故障信息检测和诊断。

诊断分析说明:

通过以上继电器动作、仪表显示的现象和路试做初步分析, 如果继电器没有动作, 说明

动力电池没有被唤醒或激活,找出造成此现象的一个或几个要素,根据这些要素缩小故障范围,并按先信号电路,后元件的方法进行排查;如果继电器动作,说明动力电池已被唤醒或激活,找出造成此现象的一个或几个要素,根据这些要素缩小故障范围,并按先信号电路,后元件的方法进行排查;如果路试车辆速度无法上升,说明动力电池已被唤醒或激活,且上电正常,找出造成车辆速度无法上升(电机限功率)现象的一个或几个要素,根据这些要素缩小故障范围,并按先信号电路,后元件的方法进行排查。

4. 故障码 (DTC) 分析

系统控制单元根据需要实时监测特定的元器件、数据通信及电路的电压、信号,如果受监测的元器件、数据通信及电路的电压、信号出现波动或异常,在设定时间内控制单元将确认此元器件、数据通信及电路出现故障,随即在 ROM 中调取一个和电压以及信号异常相对应的代码,存储于控制单元 RAM 中,这就是故障码,即 DTC。

诊断故障码和信息标识组成电气子系统的每个电路和相关电路故障,并在诊断仪器中列出系统、传感器、执行器、电路的故障模式和症状,该信息可用来诊断电气故障或作为快速目视参考,以表明不同的 DTC 和症状是如何在被诊断的系统中体现。

在利用故障码进行故障诊断时,一定要仔细阅读故障码的定义和生成的条件,从中可以明确故障码的生成机理,并根据机理确定验证故障码真实性的方法,进而有利于提高诊断效果。利用故障码进行故障诊断时应按以下步骤进行:

- 1) 读取故障码,查阅资料并了解故障码的定义和生成条件。
- 2) 必须是验证故障码的真实性,验证的方法也分 2 步。
 - ① 通过清除故障码、模仿故障工况运行车辆、再次读取故障码。
 - ② 通过数据流或在线检测值来判定故障真实性,并由此展开系统检测。

连接故障诊断仪器,通过 VCU、BMS、MCU 等读取故障码。

注意:按照当前的故障现象,检测过程中会遇到 3 种情况:

- 1) 诊断仪器可以正常和 VCU、BMS、MCU 等通信,但系统没有故障码,如图 1-18 所示。
- 2) 诊断仪器可以正常和 VCU、BMS、MCU 等通信,并能读取到系统中所存储的故障码,此时应结合故障码信息进行维修。
- 3) 在打开点火开关后操作诊断仪器,诊断仪器不能正常和 VCU、BMS、MCU 等通信,并无法读取系统中所存储的故障码。

结合诊断仪器和 VCU、BMS、MCU 等之间的通信原理图,如图 1-18 所示,诊断仪器通过诊断仪器连接线、无线或蓝牙通信、OBD-II 诊断接口、CAN 总线与 VCU、BMS、MCU 或其他控制单元进行通信。

如果诊断仪器无法进入车辆所有系统,则可能是解码器、诊断连接线、无线或蓝牙通信、OBD-II 诊断接口、CAN 总线中的一个或多个出现故障;如果只是某个控制单元无法通信,则可能是该控制单元或其电源电路、相邻的 CAN 总线区间出现了故障。

诊断仪器无法读取,其原因有以下几种:

- 1) 诊断接口电源供给故障。
- 2) 新能源 CAN 电路故障。

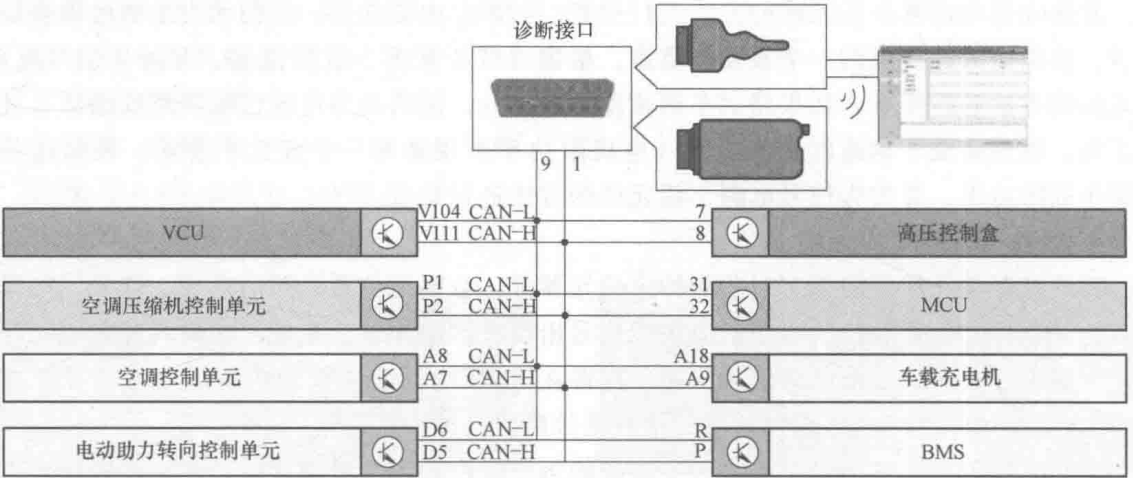


图 1-18 数据诊断通信电路图

- 3) 动力电池 CAN 电路故障。
- 4) MCU 电源、自身故障。
- 5) VCU 电源、自身故障。
- 6) BMS 电源、自身故障。

5. 无故障码分析

如果没有故障码显示，就需要技术人员结合故障现象，分析系统电路原理图如图 1-19、图 1-20 所示，列举可能的故障，并按照正确的流程、利用合适的检测设备、进行正确的检测，从而发现所在故障。

新能源 VCU 是连接车 BMS、MCU 和新能源汽车其他控制单元的重要纽带，其主要功能包括：解析驾驶人需求、监控汽车行驶状态、协调控制单元，实现 VCU 上下电、驱动控制、能量回收通用件控制和故障诊断等。

新能源汽车 VCU、BMS、MCU 等对整车集成运行的工作状态实施监测，如果这些状态发生异常，各控制单元会根据检测到的信号状态产生一个相对应的故障码，同时会将这一个信息通过原车 CAN 总线发送至组合仪表控制单元，仪表控制单元通过文字提醒警告驾驶人系统异常，注意行车安全。分析故障码就可以基本确定故障部位。

但是，如果元器件、控制单元的供电电源、搭铁、信号出现虚接现象，将会导致：

- 1) 元件输出错误信号。
- 2) 元件执行功率降低。
- 3) 控制单元电源功率降低。

以上故障将造成车辆运行异常。而对于这些故障新能源 VCU、BMS、MCU 等可能检测和判断不出来，不会产生故障码，所以在没有故障码的情况下还要对元件、单元的供电电源、搭铁、信号进行仔细检测和检测。

6. 诊断流程

对于 VCU 出现的故障，诊断及处理失误将给企业和个人造成相当大的损失。正确的诊断及处理不可能来自于盲目的主观臆断，而应该建立在获取与故障有关信息的基础上，依据

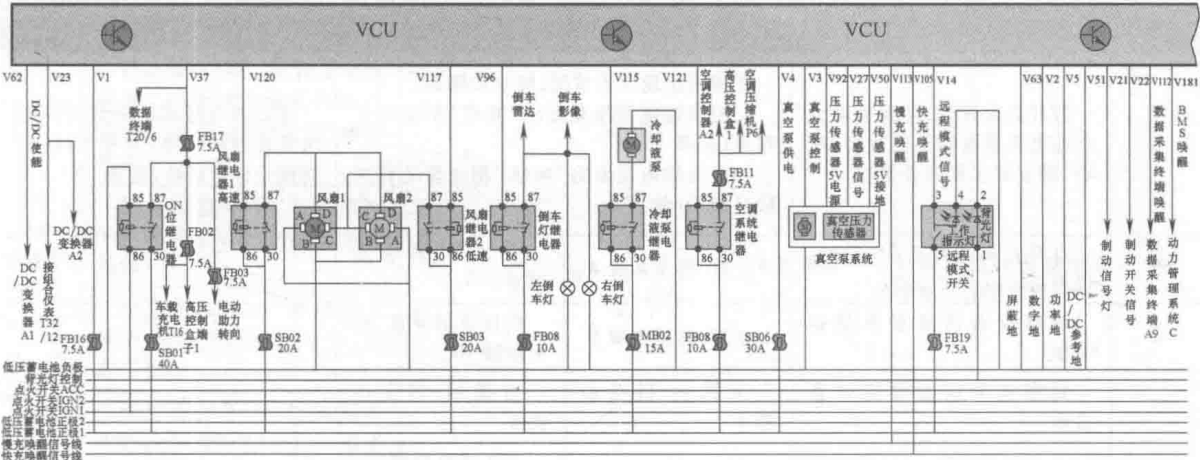


图 1-19 VCU 电路原理图 1

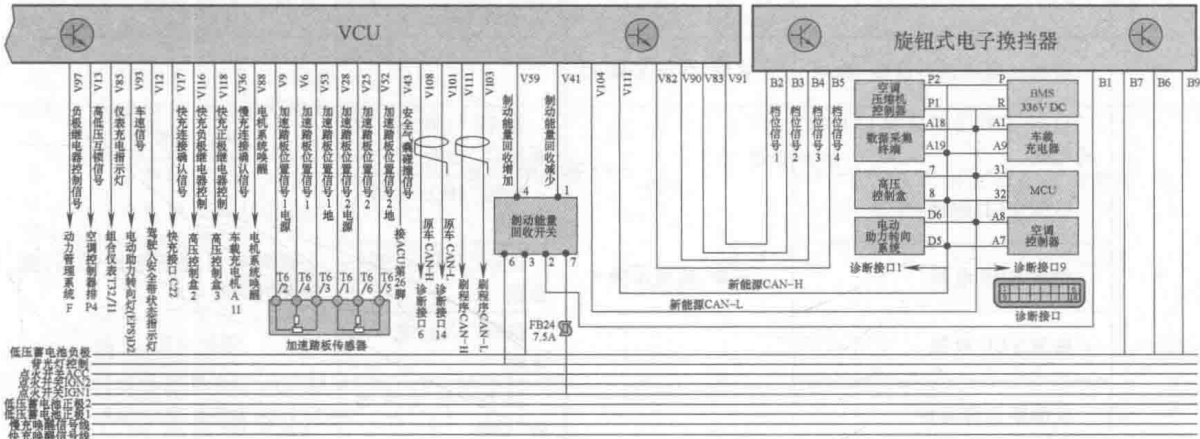


图 1-20 VCU 电路原理图 2

VCU、BMS、车载充电机等的工作原理以及控制结构，运用科学的分析方法，按照合理的步骤进行综合分析，去伪存真、取主舍次，排除故障的干扰因素，找出故障的原因，这才是提高故障诊断准确性的关键所在。为了便于分析，不至于被众多杂乱无章的信息扰乱思路，需要结合电路原理图，遵从以下流程进行诊断和维修。

VCU 工作异常的诊断流程见表 1-1。

表 1-1 VCU 工作异常的诊断流程

步骤	操作	结果	备注
1	确认低压蓄电池 + B 大于 11.5V	正常,转至步骤 2 不正常,给低压蓄电池充电或更换	确保低压蓄电池正、负极接头连接牢靠,不脏污

(续)

步骤	操作	结果		备注
2	打开点火开关,仔细听动力电池总负继电器是否发出“咔嗒”的正常工作声并保持	正常或出现以下情况,转至步骤 3 1)总负继电器没有发出“咔嗒”的正常工作声(结果 1) 2)正负继电器发出“咔嗒”的正常工作声后又断开(结果 2)		通过继电器动作声音可判断为直接控制故障(结果 1)还是功能性保护故障(结果 2)
3	打开点火开关至 ON 位时,仪表显示应正常点亮	正常,转至步骤 4	不正常,转至步骤 9	
4	观察仪表信息显示是否完整	正常,转至步骤 5	档位显示异常,转至步骤 10	
5	观察仪表应无故障信息提示	无提示,转至步骤 9	有提示,转至步骤 6	
6	连接故障诊断仪器,读取故障码	能正常读取故障码,转至步骤 7	无法读取故障码,转至步骤 8;无故障码且继电器不动作,转至步骤 11;无故障码且继电器动作,转至步骤 12	
7	根据故障码进行诊断、维修	正常,转至步骤 13		
8	检测 OBD-II 诊断接口及相关电路	正常,转至步骤 5	执行“OBD-II 诊断接口”诊断	检测项目包括搭铁电压、电阻和端对端电阻
	检测 MCU 电源		执行“MCU 电源”诊断	
	检测 BMS 电源		执行“BMS 电源”诊断	
	检测 VCU 电源		执行“VCU 电源”诊断	
	检测新能源通信		执行“新能源通信”诊断	
9	插接器检测	正常,转至步骤 13	不正常,维修故障部位	包括外观、退针、锈蚀等项目
	主要检测点火开关 + 15 电源			检测项目包括搭铁电压、电阻和端对端电阻
	结合维修手册、电路图对 VCU 电源电路进行电压、通断检测			
	结合维修手册、电路图对组合仪表电源电路进行电压、通断检测			
10	插接器检测	正常,转至步骤 13	不正常,维修故障部位	包括外观、退针、锈蚀等项目
	结合维修手册、电路图对旋钮式电子变速杆、电路进行电压、通断检测			检测项目包括搭铁电压、电阻和端对端电阻
11 (继电器无动作)	插接器检测	正常,转至步骤 13	不正常,维修故障部位	包括外观、退针、锈蚀等项目
	结合维修手册、电路图对总负继电器控制电路进行电压、通断检测			检测项目包括搭铁电压、电阻和端对端电阻

(续)

步骤	操作	结果		备注
11 (继电器无动作)	结合维修手册、电路图对新能源 CAN 总线 and 原车 CAN 总线电路进行电压、波形、通断检测	正常,转至步骤 13	不正常,维修故障部位	检测项目包括搭铁电压、电阻和端对端电阻
	结合维修手册、电路图对 VCU 电源电路进行电压、通断检测			
	结合维修手册、电路图对 MCU 电源电路进行电压、通断检测			
	结合维修手册、电路图对 BMS 唤醒电路进行电压、通断检测			
12 (继电器有动作)	插接器检测	正常,转至步骤 13	不正常,维修故障部位	包括外观、退针、锈蚀等项目
	结合维修手册、电路图对高压互锁电路进行电压、通断检测			检测项目包括搭铁电压、电阻和端对端电阻
	结合维修手册、电路图对驱动电机位置传感器电路进行电压、通断检测			
	结合维修手册、电路图对驱动电机温度传感器电路进行电压、通断检测			
	结合维修手册、电路图对加速踏板位置传感器电路进行电压、通断检测			
	结合维修手册、电路图对高压部分绝缘电阻进行检测			
13	故障检验	正常,转至步骤 14	不正常,转至步骤 5	
14	维修完成			

7. 实施维修

根据故障码提示进行维修：利用解码器读取故障码，按照针对每个故障码制定的诊断流程进行故障诊断。

8. 电路检测

根据系统的结构原理，对点火开关+15、VCU 电源、BMS 电源、MCU 电源、空调控制器电源、组合仪表电源、加速踏板位置传感器、制动开关、旋钮式电子变速杆、高压互锁电路、冷却风扇控制、充电系统、真空泵及传感器、高压互锁、慢充唤醒、BMS 唤醒、总负继电器控制、新能源 CAN 总线、原车 CAN 总线、电机位置传感器、电机温度传感器、电缆绝缘、插接器等电路进行检测，检测方法参照相关内容。

9. 部件检测

根据系统的结构原理，对点火开关、VCU、BMS、MCU、组合仪表、加速踏板位置传感器、制动开关、旋钮式电子变速杆、冷却风扇、冷却风扇继电器、冷却液泵继电器、ON 位

继电器、空调系统继电器、真空泵及传感器、总负继电器、电机位置传感器、电机温度传感器等元器件进行检测，检测方法参照相关内容。

10. 总结拓展

1) 技术报告：参照高职大赛工作页完成诊断报告，教师应根据需要设置好故障点，也可根据本课件中提供的实际案例制定标准答案。

2) 拓展实训：教师可以在车辆给学生设置相类似的其他故障，让学生独立完成，以考核学生的掌握水平。

1.2 相关知识：北汽电动汽车 VCU 概述

1.2.1 北汽电动汽车 VCU 结构与原理

VCU (Vehicle Control Unit) 是新能源汽车整车集成管理的核心控制部件，主要功能是解析驾驶人的需求，监控汽车的行驶状态，协调 BMS (Battery Management System)、MCU (Motor Control Unit)、车载充电机、DC/DC 变换器等工作 (图 1-21)，实现整车集成的上下电、驱动控制、能量回收、通用件控制和故障诊断等功能，具体来讲包括以下内容：

- 1) 整车能量管理。
- 2) 高压安全监控。
- 3) 能量回收控制。
- 4) 整车驱动 (转矩管理)。
- 5) 高压上下电控制。
- 6) 车辆模式判断。
- 7) 整车热管理。
- 8) 充电监控。
- 9) 车辆防溜坡控制。
- 10) 续航里程计算。
- 11) 车辆蠕行控制。
- 12) 升级和标定。
- 13) 整车故障诊断及应对。
- 14) 整车状态监控与显示。
- 15) 车辆防盗。
- 16) 通用件控制。
- 17) 定速巡航。
- 18) 其他整车自定义功能。

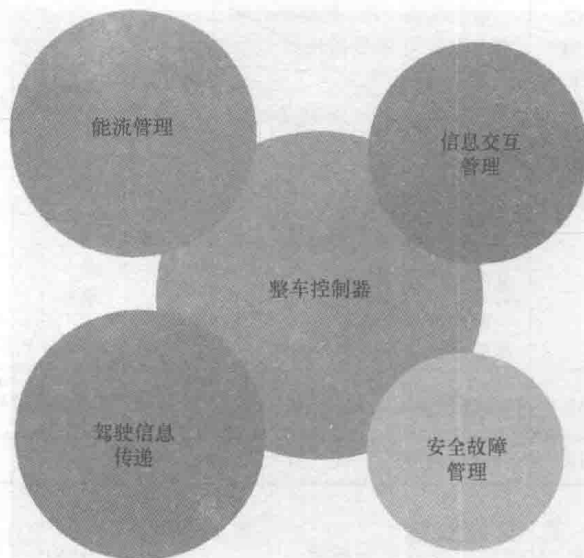


图 1-21 VCU 功能图

VCU 是实现整车集成控制决策的核心电子控制单元，一般仅新能源汽车配备，传统燃油车无需该装置。VCU 通过采集加速踏板、档位、制动踏板等信号来判断驾驶人的驾驶意图；通过监测车辆状态 (车速、温度等) 信息，由 VCU 判断处理后，向动力系统、BMS 发