**第2课 新能源汽车动力电池结构认知与检测**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课 题** | 新能源汽车动力电池结构认知与检测 | |
| **课 时** | 22课时（990 min）。 | |
| **教学目标** | **知识技能目标：**  1．了解新能源汽车动力电池结构认知。  2．通过学习与练习掌握新能源汽车动力电池结构检测。  **思政育人目标：**  让学生通过学习新能源汽车动力电池结构认知与检测，了解动力电池作为新能源汽车全车用电设备电源的供应者，能为电动汽车的驱动以及全车用电设备提供电能。 | |
| **教学重难点** | **教学重点：**新能源汽车动力电池模组检测  **教学难点：**新能源汽车动力电池控制器检测 | |
| **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节课：考勤（2min）--知识讲解（40min）--作业布置（3min）  第2节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第3节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第4节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第5节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第6节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第7节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第8节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第9节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第10节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第11节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第12节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第13节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第14节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第15节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第16节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第17节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第18节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第19节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第20节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第21节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min）  第22节课：知识讲解（40min）--课堂小结（3min）--作业布置（2min） | |
| **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】**展示新能源汽车动力电池模组检测  **学习工作页（一）**  **任务描述**  客户王先生的新能源汽车动力电池已经从车上拆卸下来，现在将动力电池箱打开，进行内部相关部件的检测，委派你完成动力电池模组的检测任务。  **任务描述**  1. 能介绍动力电池电池箱的性能要求；  2. 能介绍动力电池中电池模组的结构组成及排列方式；  3. 能在车辆上找到手动维修开关并进行规范拆装；  4. 能规范检测动力电池模组；  5. 能查询国产动力电池新技术，增强民族自信，树立技能报国、科技强国的理想信念。  **学习目标**  **学习准备**  **一、知识准备**  1. 新能源汽车动力电池电池箱的性能要求（查阅学习参考“学习情境二学习任务一”）。  2. 新能源汽车动力电池箱的防护等级及含义（查阅学习参考“学习情境二学习任务一”）。  3. 新能源汽车动力电池模组结构认知（查阅学习参考“学习情境二学习任务一”）。  4. 手动维修开关 MSD 认知（查阅学习参考“学习情境二学习任务一”）。  请阅读参考资料，把自己需要掌握的知识点和技能点填入下表。    **二、工作场地**  理实一体化教室。  **三、工具准备**  高压防护用具、万用表、北汽 EV160 电池结构实训台。  **计划与实施**  在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识。  1. 新能源汽车动力电池电池箱的功能及性能要求：  2. 描述电芯（单体电池）、电芯组、电池模组、电池包之间的关系：  3. 画出吉利 EV300 动力电池模组结构：  4. 画出北汽 EU5 动力电池模组结构：  5. CTP 电池无模组技术的特点：  6. 手动维修开关 MSD 的功能：  **【学生】**思考、讨论。 | **展示新能源汽车动力电池模组检测，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  简述电芯（单体电池）、电芯组、电池模组、电池包之间的关系。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**  （40min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池模组检测  **学习工作页（二）**  **评价与反馈**  **一、填空题**  1. 动力电池主要由 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、电池管理系统BMS 及其他辅助装置等组成。  2. 动力蓄电池电能储存的最小单元是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  3. 吉利 EV300 新能源汽车动力电池（水冷式）的模组结构是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_P\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_S。  4. 北汽 EV160 新能源汽车动力电池的模组结构是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_P\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_S。  5. 北汽 EV200 新能源汽车动力电池的模组结构是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_P\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_S。  6. 北汽 EU5 新能源汽车动力电池的模组结构是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_P\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_S。  7. 动力电池箱最基本的功能是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  8. 动力蓄电池箱需满足诸多性能需求，试列举四条：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  9. 动力电池箱的防护等级是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  10. 新能源汽车手动维修开关的英文缩写是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  11. 由多个电芯组或 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 串联组成的一个组合体称为电池模组。  12. 电池无模组技术英文缩写为 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，英文全称是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  13. 动力电池包一般是先把电池单体 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 成一个电芯组，以增大电池容量，然后把电芯组 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 组装成一个大电池模组，方便安装及检测，最后把电池模组 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 组成电池包，以提升电池的输出电压。  **二、判断题**  1.每辆新能源汽车上都有手动维修开关。（　　）  2.新能源汽车动力电池中，各个电池模组的结构是完全相同的。（　　）  3.动力电池箱的防护功能表现在：外界碰撞、挤压时内部电池不受损坏。（　　）  4.手动维修开关的本质是一个熔断器。（　　）  5.北汽EV200新能源汽车手动维修开关上设有互锁装置。（　　）  **【学生】**思考、讨论。 | **通过教师讲解，了解新能源汽车动力电池模组检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池模组检测，让学生能够巩固所学知识。** | 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  简述动力电池箱的防护功能。 | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池模组检测  **学习工作页（三）**  **三、操作题**  1. 画出北汽 EV200 动力电池模组结构。  2. 已知某动力电池电芯电压 3.2 V，连接方式为 2P100S，共 10 个电池模组。  （1）电芯数量：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  （2）单个电池模组的电压：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  （3）动力电池的电压：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  （4）画出动力电池模组的结构。  3. 已知动力电池的电压是 345.6 V，电芯电压 3.6 V，电芯的数量是 7104，共 16 个电池模组。  （1）单个电池模块的电压：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  （2）画出动力电池的结构。  **四、技能考核**      **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池模组检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池模组检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池模组检测，熟悉具体的操作问题。** | 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**  **画出北汽 EV200 动力电池模组结构。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池模组检测  **学习参考（一）**  **一、动力电池箱认知**  动力蓄电池主要由动力电池箱、电池模组、电池管理系统 BMS、电池控制器及其他辅助装置等组成。  **（一）动力电池箱功用**  动力电池箱用于盛装电池模组、BMS 以及相应的辅助装置，并包含机械连接、防护等功能。它是电池模组的承载件，是支撑、固定、包围电池系统的组件，包含上盖和下托盘，还有辅助装置，如过渡件、护板和螺栓等，主要用来保护动力蓄电池在受到外界碰撞、挤压时不被损坏，在动力蓄电池的安全工作方面起着重要作用。  为了保护内部的电芯及电路，动力蓄电池底部用钢材、铝合金或其他坚固的材料制成结实密封的底壳，底壳有固定脚，把动力蓄电池总成通过螺栓固定在车身底部，为了维护、维修的需要，大部分电动汽车的动力蓄电池可以从车身上拆卸下来。  **（二）动力电池箱要求**  动力蓄电池的上部分采用钢材或树脂进行密封，保证动力蓄电池具有良好的防水、防尘性能，符合 IP67 的防护等级要求，常温下短时间内可以承受浅水浸泡而不会渗水，不会对内部电池造成有害影响，所以短时的雨水飞溅、浸湿不影响汽车的正常使用。  IP67 防护等级介绍：IP 为 Ingress Protrction Rating 或 International Protection code的缩写；  表示外壳的防护等级；  6 代表固态的防护等级；  7 代表液态的防护等级。  整车高压系统及单个高压零部件均达到 IP67 防尘防水等级。如果高压电系统达到IP67 防尘防水指标等级设计，可以雨季露天充电，轻松通过积水路面，整车没顶浸泡一小时以上，电池无损坏。  动力蓄电池内表面不得有划痕、尖角、毛刺、焊缝及残余油迹等外观缺陷，焊接处必须打磨圆滑。另外，动力蓄电池箱还需满足诸多性能需求。  （1）耐振动强度高。静强度一般比较容易达成，而振动强度和疲劳耐久性是保证动力蓄电池安全的重点。  （2）耐冲击性能强。经历冲击试验后，要求动力蓄电池箱外部及内部不应有机械损坏、变形和紧固部位的松动现象。  （3）碰撞安全性能高。这是考虑到车辆在发生正面碰撞、侧面碰撞以及后碰撞过程中可能对动力蓄电池箱造成的挤压破坏。  （4）密封性能要求高。动力蓄电池位于车身底板下方，在车辆外侧，且离路面很近，防水、防尘的密封要求必不可少。  （5）防腐性能要求高。蓄电池箱极易粘黏雨水、泥浆，是腐蚀重灾区，其防腐性能要求较高。  （6）阻燃性能好。为提高动力蓄电池的使用安全性，动力蓄电池应具备良好的阻燃性能。  （7）抗石击性能强。动力蓄电池箱在车辆行驶过程中极易受到飞石撞击，为此增加抗石击性能防护设计。  （8）无积水结构。动力蓄电池箱上方应避免凹台出现，否则易导致不必要的积水。  （9）轻量化设计。考虑到车辆的综合性能表现，动力蓄电池箱应尽量追求轻量化。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池模组检测，了解动力电池箱要求。** | 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**  **力蓄电池箱如何满足诸多性能需求？** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池模组检测  **学习参考（二）**  **二、电池模组结构认知**  打开动力蓄电池上盖，我们会看到一个一个的电池模组，  如图 2-1-1 所示。所谓模组，就是将部分相关零部件构成一个模块，也可以理解为零部件集合、总成的概念。在电池包这一领域，将若干电芯、导电排、采样单元及一些必要的结构支撑部件集成在一起构成一个模块，也叫模组。    早期部分动力电池包采用圆柱电芯，例如，特斯拉采用 7000 多个电芯，如果直接组装到电池箱体内部，其装配复杂程度会大大增加，生产效率也会非常低，因此将部分电芯进行预先集成就变得十分重要。这也是电池模组产生的重要原因之一。  模组的另一个优势在于，模块化设计后便于售后维修，可以实现单个模块或模组的更换。但是，模组的应用也不得不增加部分额外的零部件，并且模组数量越多，附加零部件就会越多。这些额外增加的零部件都会导致电池包的成本、重量上升。与此类似的是特斯拉。最初特斯拉采用 10 多个模组，如今在特斯拉 Model3 上面仅用了4 个大尺寸模组，大大减少了冗余部件。  如北汽 EV160 动力蓄电池有 10 个电池模组串联，连接方式是 1P100S 共 100 个电芯。电芯的标称电压为 3.2V，整个电池包的输出电压为 320 V。  动力蓄电池的电能储存最小单元是电芯（cell），根据电动汽车的电能管理要求，多个电芯进行并联组合成电芯组，多个电芯组或者单体电芯串联成电池模组（block），多个电池模组（块）串联成动力蓄电池（pack），如图 2-1-2 所示。    （1）电芯在组合成动力蓄电池时，一般采用先并联再串联的组合方式，如北汽EV200 动力蓄电池采用 3P91S 的组合方式，如图 2-1-3 所示。3 片电芯并联成电芯组，91 个电芯组进行串联。电芯电压为 3.65 V，动力蓄电池电压 332V。容量为91.5A·h，可以存储 30.4kW·h 的电量。  （2）BYD 唐动力蓄电池由 8 个电池模组串联而成，如图 2-1-4 所示。单体电池开路测量电压为 3.33 V，动力蓄电池标称电压为 64V，无强制散热系统。  （3）吉利 EV300 动力电池模组结构如图 2-1-5 所示。  （4）北汽 EU5 动力蓄电池模组结构——宁德时代 CTP 电池包（动力电池无模组技术）。北汽 EU5 动力电池如图 2-1-6 所示。在 2019 年德国法兰克福国际车展上，宁德时代推出了全新的 CTP 高集成动力电池开发平台（CellTo Pack），即电芯直接集成到电池包，如图 2-1-7 所示。          宁德时代并非国内第一个发布 CTP 技术的企业。早在 7 月 9 日，蜂巢能源就发布了该技术，此外国内还有比亚迪也在研发。  取消电池模组 , 可以使动力电池系统降低成本，此外，大容量方形铝壳电芯的应用，电芯技术革新、生产一致性提高也为去模组提供了机遇。  宁德时代的数据显示，CTP 电池包体积利用率提高了 15%～20%，电池包零部件数量减少 40%，生产效率提升了 50%，电池包能量密度提升了 10%～15%，可达到200 W·h/kg 以上，大幅降低了动力电池的制造成本。  蜂巢的数据显示：与传统 590 模组相比，CTP 第一代减少了 24% 的零部件，第二代成组效率提升了 5%～10%，空间利用率提升了 5%，零部件数量再减少了 22%。  无模组的另一优势在于产品生产流程的简化。传统技术是电芯通过一定框架结构构成模组，模组要进行下线检测，然后进行存储、转运。如果 PACK 与模组不在同一厂区，还需要额外的存储，进货检验，上线检验等流程。这些工序过程都需要投入人力、设备、场地等资源。  采用无模组方案可以有效缩短生产线，减少过程浪费，电芯在线堆叠、在线检测，直接放入电池箱体，大大减少流转过程，同时减少传统模组的边框焊接工艺过程。这其中，单是焊接设备就需要数百万元。  针对三元锂电池来说，传统模组有预紧力（电芯循环后会膨胀，如果不束缚会影响寿命；束缚过紧，同样会导致寿命减少或带来安全问题）设计来保障电池的使用寿命，而且这个预紧力是经过实验验证了的。CTP 的多电芯集成设计，增加了预紧力设定的难度。蜂巢技术人员表示，蜂巢的 CTP 集成技术继承了传统模组的集成经验，直接通过箱体对电芯施加一定的预紧力，同时会应用灵活的空间优势，允许电芯适当膨胀使得集成对电芯寿命的影响得到改善，使得电池系统的寿命有所提升。图 2-1-8 所示为蜂巢在法兰克福参展的无模组电池包。    **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池模组检测，了解电池模组结构认知。** | 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**  **简述节能电车电池模组结构认知。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池模组检测  **学习参考（三）**  **三、手动维修开关 MSD**  手动维修开关 Manual Service Disconnector，简称 MSD，如图 2-1-9 所示。    其主要功能是保护维修电动汽车的技术人员。进行高压操作前，必须断开手动维修开关，切断高压电。  手动维修开关还可以保护电动汽车高压系统、手动维修开关内置高压熔断器及高压互锁功能。当电流超过规定值时，以本身产生的热量使熔体熔断，切断高压回路，保证维修作业人员的安全和车辆使用安全。其内部结构如图 2-1-10 所示。维修开关顶部一般标注“小心触电”“有电危险”“请根据使用说明书操作”等标识。    手动维修开关串联在电池模组中，设计在动力蓄电池的中间位置，将动力蓄电池的高压电分成大体相等的两部分。图 2-1-11 是动力蓄电池手动维修开关的位置。吉利帝豪 EV300 手动维修开关位于副仪表扶手箱内。    **拓展知识**  特斯拉 Model S  特斯拉 Model S 车型的动力蓄电池总重高达 900kg，被放置在驾驶舱正下方的底盘中，与轮距同宽，长度略短于轴距。电池组的实际物理尺寸是：长 2.7 m，宽 1.5 m，厚度为 0.1～0.18 m（图 2-1-12）。其中 0.18 m 的较厚部分是 2 个电池模块叠加而成的。电池不仅是车的能源中心，也是车辆底盘的一部分，其坚固的外壳能对车辆起到很好的支撑作用。  整个动力电池由 16 个蓄电池模块组成，每个蓄电池模块有 444 节单体蓄电池，总计 7104 节 18650NCA 锂电池，单颗容量为 3100 mA·h。其电量为 85 kW·h，额定电压为 400 V。该车拥有 4.4 s 的百公里加速时间以及 270 km/h 的最高车速。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池模组检测，让学生了解手动维修开关 MSD。** | 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**  **简述手动维修开关 MSD的功能。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池控制器检测  **学习工作页（一）**  **任务描述**  客户王先生的动力电池经过模组检测后，发现没有问题，于是又对电池控制器进行检测，委派你完成电池控制器检测任务，并对检测结果进行详细记录，上报技师。  **任务描述**  1. 能找到动力电池控制器；  2. 能介绍动力电池控制器的功能以及部件组成；  3. 能介绍动力电池控制器中各部件的动作顺序、工作原理；  4. 能规范检测动力电池控制器；  5. 能在团队进行良好的组织协调，团结合作，树立团队意识。  **学习准备**  **一、知识准备**  1. 新能源汽车动力电池控制器的功能（查阅学习参考“学习情境二学习任务二”）。  2. 新能源汽车动力电池控制器结构认知（查阅学习参考“学习情境二学习任务二”）。  3. 新能源汽车动力电池控制器工作原理（查阅学习参考“学习情境二学习任务二”）。  请阅读参考资料，把自己需要掌握的知识点和技能点填入下表。    **二、工作场地**  理实一体化教室。  **三、工具准备**  高压防护用具、万用表、北汽 EV160 电池结构实训台。  **计划与实施**  在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识。  1. 新能源汽车动力电池控制器内部的部件名称：  2. 吉利 EV300 动力电池控制器与动力电池组的连接、控制原理以及内部部件动作顺序：  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池控制器检测，让学生分组学习了解知识点。** | 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**  **简述新能源汽车动力电池控制器内部的部件名称。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池控制器检测  **学习工作页（二）**  **评价与反馈**  **一、填空题**  1. 动力电池控制器的英文缩写是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。动力电池控制器的英文全称是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  2. 动力电池控制器中有四个主要部件，分别是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  3. 预充继电器触点线路和预充电阻的连接方式是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  4. 动力电池组的正极与动力电池包的正极之间连接的是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  5. 动力电池组的负极与动力电池包的负极之间连接的是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  6. 预充电路主要包括 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，及预充电路的高压回路。  7. 新能源汽车高压上电时继电器闭合的顺序为（预充电路并联在正极回路上）：先 闭 合 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_， 再 闭 合 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_， 再 闭 合 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_， 最 后 断 开\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  **二、判断题**  1. 只有总正接触器和总负接触器触点都闭合，动力蓄电池才能输出高压电。  （　　）  2. 总正接触器和总负接触器一般由 BMS 和 VCU 控制。 （　　）  3. 预充电阻用来缓和高压回路导通时的瞬间高压，减少电流对电路的冲击，起到保护作用。 （　　）  4.“预充流程”在放电和充电的初期，先闭合预充继电器进行预充电，预充电完成后断开预充继电器。 （　　）  5. 动力电池控制器安装在动力电池外部，前动力舱内。 （　　）  6. 预充继电器可以与总正接触器并联，也可以与总负接触器并联，根据各个车型不同而不同。 （　　）  7. 北汽 EV200 动力电池控制器中，预充继电器与总正接触器并联。 （　　）  8. 吉利 EV300 动力电池控制器中，预充继电器与总正接触器并联。 （　　）  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池控制器检测，让学生能够巩固所学知识点。** | 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**  **简述新能源汽车高压上电时继电器闭合的顺序。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池控制器检测  **学习工作页（三）**  **三、操作题**  画出北汽 EV200 动力电池控制器与动力电池组的连接、控制原理以及内部部件动作顺序。  **四、技能考核**    **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池控制器检测，让学生能够更加巩固操作能力。** | 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**  **思考一下，北汽 EV200 动力电池控制器与动力电池组如何连接？** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池控制器检测  **学习参考（一）**  **一、动力电池控制器的功能及组成**  电池控制器 PRA，全称 Power Relay Assembly，又称为动力蓄电池继电器盒。其安装在动力电池包内部，是控制动力蓄电池高压直流电输入与输出的开关装置，也是动力蓄电池故障诊断的重点关注对象。其内部主要包含总正接触器（总正继电器）、总负接触器（总负继电器）、预充继电器、预充电阻等部件。  **二、动力电池控制器的连接及预充原理**  **（一）电池控制器连接**  总正接触器的触点端分别连接电池模组的正极与动力电池包正极母线端子，总负接触器的触点端分别连接电池模组的负极与动力电池包负极母线端子，如图 2-2-1 所示。    只有总正接触器和总负接触器触点同时闭合，动力蓄电池才能输出高压电。而总正接触器和总负接触器一般由电池管理系统 BMS 和车辆控制单元 VCU 控制。预充电阻用来缓和高压回路导通时的瞬间高压，减少电流对电路的冲击，起到保护作用。预充继电器和预充电阻串联后，再与总正接触器或者总负接触器并联。  **（二）电池控制器预充原理**  “预充流程”在放电和充电的初期，先闭合预充继电器进行预充电，预充电完成后断开预充继电器。以北汽 EV200 动力蓄电池为例。  左侧为动力电池包，右侧为负载侧电容。为了提高电路大电流的供电能力，在整车高压部件前端都并联较大的电容，以满足高压器件工作时大电流的需求。  当车辆冷起动时，负载电容上无负荷或只有很低的残留电压，动力蓄电池和负载电容间的电压差值在 300 V 以上，如果回路没有预充电阻，总正接触器 P、总负接触器N 直接与电容接通，负载电阻仅仅是导线和接触器触点间的电阻，一般远小于 20 mΩ,动力蓄电池和负载侧电容的压差按 300 V 计算，瞬间电流 I=300 V/0.02Ω=15000 A，接通电路的瞬间产生如此大的电流会导致总正接触器、总负接触器触点烧蚀损坏，瞬间大电流也容易造成电子部件的损坏。  加入预充电电路，上电时总正接触器先接通，再让阻抗较大的预充继电器 Pre和预充电阻 R 构成的预充回路接通，预充电阻 R=100～200 Ω，预充电路的电流I=300 V/200 Ω=1.5 A，预充回路安全，等电容电压达到电路总电压的 95% 以上，闭合总负接触器 N，断开预充继电器，预充完成。  有不少车型的预充继电器与总正接触器并联。车辆上电时总负接触器先闭合，再闭合预充继电器和预充电阻回路，电压升高到设定值时，闭合总正接触器，最后断开预充继电器。预充完成，上电成功。  吉利 EV300 动力电池包中，预充继电器与预充电阻串联后再与总正继电器并联。因此其动作顺序是先吸合总负继电器，再吸合预充继电器，然后吸合总正继电器，最后断开预充继电器。在电池模组正极接有直流充电继电器，当直流充电时，该继电器与主负继电器吸合，动力电池进行大电流直流快充。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池控制器检测，让学生明白动力电池控制器的连接及预充原理。** | 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**  **简述电池控制器预充原理。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池控制器检测  **一、PACK为什么需要CAE分析？**  PACK是新能源汽车最重要的组成部分，可称之为心脏，电池系统需要满足汽车运营条件下的苛刻力学环境的要求。按照传统研发方式，设计-样包-测试-优化-样包-测试，反复循环，这种传统做法，周期长，成本高。另一个重要问题，即使出现了结构失效，由于影响因素比较多，并不能非常准确的得到结论。  CAE，Computer Aided Engineering，计算机辅助工程，利用计算机对工程中的多个过程进行仿真优化。将产品研发过程升级为：结构设计——CAE仿真验证——设计优化——CAE再验证——3D模型样机。大大缩短了研发周期，且降低了打样费用，已广泛应用于汽车领域的方方面面。    **二、PACKCAE结构分析有哪些？**  电池PACK结构设计需要的CAE分析包括：结构强度、模态、随机振动、机械冲击、翻转、跌落、模拟碰撞等，涵盖GB/T 31467.3-2015 电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统 第3部分安全性要求与测试方法所有内容，是最重要的结构验证手段。    **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池控制器检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池控制器检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池控制器检测，让学生了解更多的拓展知识。** | 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**  **思考一下，PACKCAE结构分析有哪些？** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池控制器检测  **基于Workbench的0.7吨pack系统结构分析实例**  **（一）系统介绍**  **1.系统信息介绍**  **额定电压316.8V（242V-360.8V）**  **容量360Ah，**  **单体电芯参数：额定3.6V 重量：47g 容量：2.4Ah 内阻范围：19-23.5mΩ;系统重量：300Kg使用环境温度：充电，0～45℃；放电，-20～55℃ （计算时选择22℃）。**   1. **系统结构介绍图一为pack系统壳体框架结构三视图，图二、图三为壳体框架立体图。**         **（二）结构分析**  1、振动分析  （1）计算目的：计算蓄电池pack系统的框架结构是否链接可靠、结构完好、产生裂缝、断裂等现象。  （2）计算条件  ① Z轴PSD值（重力方向）    ② y轴PSD值（行驶方向）    ③ x轴PSD值（垂直于行驶方向）    **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池控制器检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池控制器检测阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池控制器检测，让学生通过实例来提高自身的操作能力。** | 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**  **列举你所知道的相关实训例子。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测  **学习工作页（一）**  **任务描述**  经过动力电池控制器的检测，王先生的车动力电池控制器中的主正接触器工作不良，进行了更换。在动力电池箱装复之前，技师委派你再将电池管理系统 BMS 的相关接线排查一遍，并做好记录，将检测结果上报技师，以便进行后续工作的安排。  **任务描述**  1. 能介绍动力电池管理系统 BMS 的功能、位置及布置形式；  2. 能介绍动力电池电芯不一致性的原因、影响以及改进措施；  3. 能介绍动力电池不同的热管理方式及其特点；  4. 能介绍吉利 EV300 热管理系统的结构及工作原理；  5. 能提出问题、分析问题、解决问题，提高自主学习能力，树立终身学习的理念。  **学习目标**  **学习准备**  **一、知识准备**  1. 新能源汽车动力电池管理系统 BMS 的功能（查阅学习参考“学习情境二学习任务三”）。  2. 新能源汽车动力电池管理系统 BMS 的位置及布置形式（查阅学习参考“学习情境二学习任务三”）。  3. 新能源汽车动力电池电芯不一致性的原因、影响及改进措施（查阅学习参考“学习情境二学习任务三”）。  4. 电池热管理系统功能、类型及结构（查阅学习参考“学习情境二学习任务三”）。  请阅读参考资料，把自己需要掌握的知识点和技能点填入下表。      **二、工作场地**  理实一体化教室。  **三、工具准备**  高压防护用具、万用表、动力电池管理系统 BMS 实训台、北汽 EV160 电池结构实训台。  **计划与实施**  在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识。  1. 新能源汽车动力电池管理系统 BMS 的功能：  2. 电芯不一致性的原因、影响及改进措施：  3. 吉利 EV300 新能源汽车动力电池管理系统 BMS 的结构形式：  4. 北汽 EV200 新能源汽车动力电池管理系统 BMS 的结构形式：  5. 新能源汽车动力电池热管理的重要意义：  6. 动力电池热管理的方法及其特点：  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测，让学生了解动力电池管理系统 BMS 的功能、位置及布置形式。** | 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**  **简述电芯不一致性的原因。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测  **学习工作页（二）**  **评价与反馈**  **一、填空题**  1. 动力电池管理系统的英文缩写是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。动力电池管理系统的英文全称是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  2. 动力电池管理系统的作用包括 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 以及在线诊  断，与其他控制器进行通讯。  3. 动力电池的冷却类型有 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  4. 动力电池 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 散热的优点是可以将电池包温度控制在最佳工作范围。缺点是冷却系统的存在增加了能耗、重量和成本。  5. BMS 进行实时在线监控诊断，包括传感器故障，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 故障，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 故障，电池过充、过放、过流，\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 故障等，并与其他控制器如整车控制器 VCU、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 等进行通讯，采取措施，如限制驱动电机功率、仪表报警等。  6. 吉利 EV300 整车热管理系统分为三个部分：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 热管理、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 系统回路热管理、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 系统回路热管理。  **二、判断题**  1. 电池管理系统 BMS 的电池参数监测包括总电压、总电流、单体电压检测、温度检测、绝缘检测、碰撞检测、烟雾检测等，实时掌握动力蓄电池的状态。 （　　）  2. BMS 设有高压漏电检测电路。检测到高压绝缘电阻低于安全值时，BMS 通过降低动力蓄电池的输出功率，切断高压电路等措施，避免漏电引起的触电事故。通过VCU 向仪表点亮警告灯。 （　　）  3. SOC 显示 30% 的剩余电量时，BMS 会切断总正、总负接触器，切断放电回路。  （　　）  4. 如果电池充放电不均衡，将严重影响动力蓄电池的性能。 （　　）  5. 电池均衡控制就是利用电力电子技术，使电池单体电压或电池组电压偏差保持  在预期的范围内，从而保证每个单体电池在正常使用时保持相同状态，以避免过充、过放的发生。 （　　）  6. 对电池的均衡控制包括能量耗散型和能量转移型（非耗散型）。 （　　）  7. 能量耗散型的电池均衡，也称为能量转移型电池均衡。将电能从已经充满的电池转移至相邻的电池。 （　　）  8. 能量非耗散型电池均衡控制是利用电池组内电压过高的单体电池的能量消耗来平衡电池组内各单体电池间电压。 （　　）  9. 动力电池温度过高或者过低都会对动力电池的性能、寿命产生严重影响。  （　　）  10. 温度过低时，电池会发生放电困难。 （　　）  11. 北汽 EV160 电池装有加热片，以提升电芯温度，恢复动力蓄电池的充放电，保障电动汽车正常行驶。 （　　）  12. 动力电池发热的问题，是导致电池循环寿命及安全性不足的一个主要原因，能否有效散热是动力电池安全使用的关键。 （　　）  13. 将电池温度控制在 30 ℃到 80 ℃之间，能有效提高电池的使用寿命与可靠性。  （　　）  14. 吉利 EV300 电驱系统冷却回路中，散热部件的进水顺序为散热器出水—电机控制器 /DCDC—充电机—电机，电机流出的较高温度冷却液通过散热器与空气的热交换降温，经过降温的冷却液再流经散热部件，达到冷却的目的。 （　　）  15. 吉利 EV300 电池回路热管理主要包括电池冷却、电池加热功能的实现；当电池有冷却需求时，压缩机启动，电池回路通过 Chiller 换热器与空调回路进行换热。  （　　）  16. 吉利 EV300 行车状态下，VCU 接收到 BMS 发送的加热需求后，需要根据当前电池温度、暖风状态、车速等条件进行再次逻辑判断，从而发送不同热管理请求至 AC控制器。 （　　）  17. 吉利 EV300 电池温度监测由 BMS 完成，BMS 根据动力电池单体温度判定动力电池是否启动冷却，并发送冷却请求给 VCU，VCU 转发 BMS 上述信号至 ATC 空调控制器。 （　　）  18. 吉利 EV300 电动汽车在一般情况下，压缩机和动力电池水泵、加热水泵由ATC 控制，风扇、电驱水泵由 VCU 控制。 （　　）  19. 吉利 EV300 新能源汽车，当面板给 VCU 发送压缩机开机请求和功率请求，风扇做低速运转。当面板给 VCU 发送风扇高速请求，VCU 控制风扇高速运转。 （　　）  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测，能够进一步巩固所学知识。** | 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**  **简述动力电池的冷却类型。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测  **学习工作页（三）**  **三、简答题**  1. 介绍电芯均衡控制的方法。  2. 介绍北汽 EV160 动力电池热管理的方法。  3. 介绍吉利 EV300 动力电池管理系统的结构及工作原理。  **四、技能考核**    **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测，了解所学内容提高操作能力。** | 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**  **简述电芯均衡控制的方法。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测  **学习参考（一）**  **一、动力电池管理系统 BMS 的功能**  电池管理系统 Battery Management System 简称 BMS，是动力蓄电池保护和管理的核心部件。在动力蓄电池系统中，BMS相当于大脑，不仅要保证动力蓄电池安全可靠地使用，而且要充分发挥动力蓄电池的储电能力并延长使用寿命，在电池状态出现异常时及时响应处理，并根据车辆行驶状态、环境温度、电池状态决定电池的充放电功率等。作为动力蓄电池和整车控制器 VCU 与驾驶者沟通的桥梁，BMS 通过控制接触器控制动力蓄电池的充放电，并向整车控制器 VCU 上报动力蓄电池系统的基本参数及故障信息。BMS 具体功能包括以下几点。  **（一）监测动力蓄电池内部的电芯工作状态**  参数监测包括总电压监测、总电流监测、单体电压监测、温度监测、碰撞监测、烟雾监测等。对动力蓄电池各项参数监测可实时掌握动力蓄电池状态。  **（二）绝缘监测、报警**  BMS 设有高压漏电检测电路。检测到高压绝缘电阻低于安全值时，BMS 可通过降低动力蓄电池的输出功率、切断高压电路等措施避免漏电引起触电事故，并通过 VCU向仪表点亮警告灯。  **（三）估算动力蓄电池荷电状态（SOC）**  BMS 可根据检测到的电池电压、电流、温度等参数，实时计算动力电池的荷电状态，如图 2-3-1 所示，并与其他控制器进行通讯，在仪表上显示动力蓄电池的荷电状态，并建立 SOH（State Of Health）、SOF（State Of Function）等电池状态。    若电池电量过低，BMS 则会采取一定的措施。例如，SOC 显示只有 20% 的剩余电量时，BMS 就会发出低电量警告，并发出指令给 MCU 限制电流输出，这有利于延长电动汽车续驶里程。SOC 显示 0 时，BMS 会切断总正、总负接触器，切断放电回路，防止动力蓄电池电芯过放电。  **（四）动力电池内部电芯电压的均衡控制**  动力电池的不一致性是指规格型号相同的电芯在电压、内阻、电芯的存储电量等参数上存在差别。引起电芯间一致性变差的原因是多个方面的，包括电芯的生产制造工艺、电芯的存放时间长短、内阻产生细小差异、在动力蓄电池内部充放电期间的温度差异和充放电电流大小等。  经过动力蓄电池多次的充电和放电后，电压差异不断变大，造成电池包中的每个单体电池充放电不一致，即不均衡，如图 2-3-2 所示。    1. 动力电池不一致性的影响  由于电芯容量、内阻存在差异，因此容量小的电芯在充电过程中过早地进入过充电状态，在放电过程中过早地进入过放电状态。随着连续充放电循环，对于电芯而言，每次过充电、过放电程度更甚于电芯独立使用，而当一个电芯特性恶化时，会导致动力蓄电池内部其他电芯发生多米诺骨牌效应式的连锁反应，从而使部分电芯过早失效，这是影响动力蓄电池寿命的重要因素。  （1）内阻不一致性的影响。由于电芯内阻不一致，在串联电池组放电过程中，内阻大的电池能耗更高，产生大量的热量，局部温度持续升高会导致电芯变形甚至爆炸的严重后果。内阻大的电芯不容易充满电，不容易释放电能，内阻小的电芯容易过充电和过放电。  （2）电压不一致性的影响。由于电芯的电压不一致，在串联电池组中，会发生电池间的互充电，造成能量损耗，达不到预期的能量输出。动力蓄电池的充放电受终止电压限制，在串联电池组中，由于电压不一致性，充电过程中，电压高的电芯提前到达充电终止电压，为了避免过充电，整个动力蓄电池充电终止，充电性能下降。同样，放电过程中，电压低的单体电池提前达到放电终止电压，使用中的动力电池的放电性能因而受到影响。这将严重影响动力蓄电池的存电量，大大减少电动汽车续驶里程。  （3）容量不一致性的影响。同一规格的电芯有相同的最佳放电率，由于容量的不一致，不同电芯的最佳放电电流就不同，放电深度也不同，而充电过程中，容量小的电芯将提前充满电，为使动力蓄电池内部其他电芯充满电，小容量的电芯必将过充电，充电后期充电电压偏高，甚至超出动力蓄电池电压最高限，形成安全隐患，影响整个动力蓄电池的充电安全。  2. 电池均衡控制  电池均衡控制就是利用电力电子技术，使电池单体电压或电池组电压偏差保持在预期的范围内，从而保证每个单体电池在正常的使用时保持相同状态，以避免过充、过放的发生。  对电池的均衡控制包括能量耗散型电池均衡控制和能量转移型电池均衡控制（非耗散型电池均衡控制）。  能量耗散型电池均衡控制是利用电池组内单体电池自消耗放电，使电压过高的单体电池进行能量消耗，来平衡电池组内各单体电池间电压相等。如图 2-3-3 所示，每个单体电池都串联一个电阻和一个开关（三极管的开关特性），当该单体电池电压过高时，BMS 控制其开关闭合，将电能转换为热能来降低单体电池的电压，实现均衡控制。    能量非耗散型的电池均衡，也称为能量转移型电池均衡。将电能从已经充满的电池转移至相邻的电池，如图 2-3-4 所示，可以防止充满电的电池过充电。    3. 动力电池不一致性的改进措施  根据动力蓄电池应用经验和试验研究，从电芯使用和成组筛选等方面可以采用下述几种措施，以避免电芯不一致的进一步扩大，保证动力蓄电池寿命逐步趋于电芯的使用寿命。  （1）电池制造厂提高工艺水平，保证电芯出厂质量，尤其是初始电压的一致性，同一批次电芯出厂前，以电压、内阻及电池化成数据为标准进行参数相关性分析，筛选相关性良好的电芯，以此来保证同批电芯性能尽可能一致。  （2）在动力电池成组时，务必保证采用同一类型、同一规格、同一型号的电芯。  （3）在使用过程中检测电芯参数，尤其是动态和静态情况下（电动汽车停驶或者行驶过程中）电压分布情况，掌握动力蓄电池中电芯不一致性的发展规律，对极端参数蓄电池进行及时调整或者更换，以保证动力蓄电池内部的电芯不一致性不随使用时间增长而增大。  （4）对测量中容量偏低的电芯进行单独维护性充电，使其性能恢复。  （5）间隔一定时间对动力蓄电池进行小电流维护性充电，促进动力蓄电池内部电芯自身的均衡和性能恢复。  （6）避免电芯过充电，尽量防止动力蓄电池深度放电。  （7）保证动力蓄电池良好的使用环境，尽量保证恒温，减小振动，避免水、尘土等污染电池极柱。  （8）研制开发实用的动力蓄电池能量管理和均衡系统，对电芯的充放电进行智能管理。  **（五）在线诊断，与其他控制单元进行通讯**  BMS 进行实时在线监控诊断，包括监控诊断传感器故障、网络故障、电池故障、电池过充、过放、过流、绝缘故障等，并与其他控制器如整车控制器 VCU（Vehicle Control Unite）、仪表等进行通讯，采取措施，如限制驱动电机功率、仪表报警等。  **（六）动力蓄电池内部温度控制**  为了保护动力电池内部温度处于正常范围内，防止温度过低或者温度过高引起的动力电池性能下降以及安全问题，BMS 检测到动力电池温度过低时，对动力电池进行加热控制，温度过高时，对动力电池进行冷却控制。  **二、整车上下电控制**  **（一）整车控制系统功能**  整车控制是根据驾驶人意愿和各系统实时状态，通过对比分析后做出决策并发出指令，合理分配动能，使车辆运行在最佳状态。  行车控制模式分为三级。  1. 正常模式  按照驾驶人意愿、车辆载荷、路面情况和气候环境的变化调节车辆的动力性、经济性和舒适性。  2. 跛行模式  当车辆某个系统出现中度故障时，此时将不采纳驾驶人的加速请求，启动跛行模式，最高车速 9 km/h。  3. 停机保护模式  当车辆某个系统出现严重故障时，控制器将停止发出指令，进入停机状态。整车控制器主要功能如下。  （1）自诊断：整车控制系统自检。  （2）故障报警：车辆所有电控系统故障通过仪表显示。  （3）通讯：全车控制器、诊断仪、充电桩（CAN 线）。  （4）驱动控制：扭矩需求和电机旋转方向。  （5）能量管理功能：放电和能量回收。  （6）辅助系统控制：电动空调、暖风、散热风扇等。  （7）整车安全管理：跛行、停机保护、防误操作（不踩制动选挡无效）。  （8）整车信息管理：车载显示（仪表或者多媒体）和远程监控（数据采集终端）。  **（二）整车控制策略**  动力输出控制核心是工况判断—需求扭矩—扭矩限制—扭矩输出四部分。    制动信号优先等级为制动信号或故障、转向故障、扭矩需求、辅助电器。  **（三）整车上电 State 状态机制简介**  以北汽 EV200 为例，整车上下电流程通过运行 State 机制来体现，即整车上下电时须服从 State 机制约束，VCU、MCU、BMS、PTC、EAS、ECC、DC/DC 等相关控制器根据 State 机制约束在不同 State 状态时执行规定动作，并将各自系统状态通过 EVBUS 上报 VCU，VCU 根据各控制器状态引导整车上下电过程。   1. **电池系统高压分步检测（表 2-3-1）**     **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池管理系统 BMS检测，BMS通过控制接触器控制动力蓄电池充放电，并向整车控制器VCU上报动力蓄电池系统的基本参数及故障信息。** | 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**  **简述整车控制系统功能。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测  **学习参考（二）**  **三、动力蓄电池的热管理**  **（一）电池加热**  环境温度过低时，动力蓄电池的性能将受到很大影响。电  解液中锂离子的导电性在低温时会发生下降，从而使电压和容量下降。图 2-3-10 显示了锂离子电池放电容量与温度的关系，温度越低，电池可用电量越少。图 2-3-11 显示了锂离子电池放电峰值功率与温度的关系。温度越低，放电峰值功率越小。电池正负极材料的活性和电解质的导电率随温度的变化而变化，如果温度下降，电极的反应速率也会下降，放电电流会降低，输出功率下降。在低于 -20 ℃时，锂离子电池的电解液会凝固，内阻会变得无穷大。  电池内部可能会发生不可逆的变化，导致无法将电池激活到正常状态，电池的可用容量比率急剧减少。图表显示，在北方的冬季，电池会发生放电困难。      锂离子电池在温度低的环境中充电时，在电池负极，锂离子容易以锂的形式析出，这种反应是不可逆的，它不但消耗了电池内部的锂离子，而且析出来的锂以晶枝的形式在电池负极不断生长。这种不断生长的枝节，存在着刺穿隔离膜，致使电池短路的风险。为了避免这种风险，在低温环境中对锂电池充电时一般会采用两种方法。一是降低充电电流，但是会增加充电的时间。二是对电池进行加热，这就需要通过合理的加热系统设计，保证高效可靠。如果环境温度过低，低于 -20 ℃，BMS 将终止动力蓄电池充放电。此时 BMS 打开内部加热电路，安装在动力蓄电池内部的电热片对电芯加热，以提升电芯温度，恢复动力蓄电池的充放电，保障电动汽车正常行驶，图 2-3-12为北汽 EV160 电池加热片。    环境温度越高，锂离子电池温度越高，工作电压平台越高，电池的可用容量越多。但是如果长期在高温下工作，会造成锂离子电池电压的迅速下降，从而影响电池的使用寿命，并极有可能造成电池的热失控。  如果温度上升，材料活性反应速度就会加快，电解质输送速度也会加快，电池的输出功率会上升。但是如果温度太高，超过 45 ℃时，会破坏电池内的化学平衡导致副反应发生。  除了环境温度的影响，电池在放电过程中的热生成率大于充电过程中的热生成率，从而导致放电时的电池温度比充电时的高。长时间大电流、大功率放电会造成电池温度升高。其他非正常使用也会导致动力蓄电池过热，如图 2-3-14 所示。    **（二）电池冷却**  动力电池发热的问题，是导致电池循环寿命及安全性不足的一个主要原因，能否有效散热是动力电池安全使用的关键。  将电池温度控制在 20～45 ℃，能有效提高电池的使用寿命与可靠性，还能有效避免电池低温充电析锂造成的短路以及高温热失控，提高电池的使用安全性。  目前，动力电池冷却方案按照传热介质的不同，主要分为三类，分别是风冷、液冷和相变材料冷却，如图 2-3-15 所示。    1. 风冷  风冷是应用最早的冷却技术。风冷是以低温空气为介质，利用热的对流，降低电池温度的一种散热方式，分为自然冷却和强制冷却（利用风机等）。  自然冷却主要形式是电池包一端加装散热风扇，另一端留出通风孔，使空气在电芯的缝隙间加速流动，带走电芯工作时产生的高热量。  优点：单体电池外壳多为铝制外壳，导热性好；电池包没有强制散热系统，重量减轻，能耗减少。  缺点：电池温度升高超过限值，电池放电量将降低。BMS 监测电池包内电池的温度，如果电池温度持续升高，BMS、VCU 将调节和限制电流输出强度，使电池温度保持在一个合适的范围，以确保电池的安全使用。  2. 液冷  液冷是目前电池热管理的优选方案。液冷技术是基于液体热交换的冷却技术，可与车辆的冷却系统整合在一起，冷却速度快，可以将电池包温度控制在最佳工作范围。  但是液冷系统更复杂，重量大，维修和保养难度高。  液冷包括冷却液冷却和制冷剂冷却两种方式。前者目前在电动乘用车得到了广泛应用；后者又称“直冷”，利用制冷剂（R134a 等）蒸发潜热的原理，在整车或电池系统中建立空调系统，完成电池系统冷却。部分豪华车型应用直冷系统进行电池冷却，如奥迪 A6 PHEV、宝马 i3、奔驰 S400 等。  3. 相变材料热管理  相变材料热管理具有良好前景，但尚需进一步开发。相变材料（PCM，Phase Change Material）是指随温度变化而改变物质状态并能提供潜热的物质。在电池放电时，PCM 吸收热量，发生相变，并将能量以相变潜热的形式储存下来，在电池充电或不工作时，PCM 将热量排放到环境中去。相变材料热管理方式不需要复杂结构设计，不需要耗费额外能量，在寒冷天气下也可以为电池保温，具有良好的前景，但要实现产业化还需进一步的研究和开发。  **四、吉利 EV300 动力蓄电池**  吉利 EV300 动力蓄电池采用三元锂电池，以钴酸锂、锰酸锂或镍酸锂等化合物为正极，以可嵌入锂离子的碳材料为负极，使用有机电解质。动力电池的组成部件包括各模组总成、CSC 采集系统、电池控制单元（BMU）、电池高压分配单元（B-BOX）、维修开关等。其内部结构如图 2-3-22 所示。    每一个电池单元有多个 CSC 采集系统，以监测其中每个电池单体或电池组单体电压、温度信息，CSC 将相关信息上报电池控制单元（BMU），并根据 BMU 的指令执行单体电压均衡。  电池控制单元（BMU）安装于动力电池总成内部，是电池管理系统的核心部件，电池控制单元（BMU）能够对动力电池组总电压、总电流、每个测点温度和电池单体的电压参数进行实时监控，并进行故障诊断，进行 SOC 计算、短路保护、漏电监测、报警显示、充放电模式选择等。BMS 可以将动力电池相关参数通过 CAN 线上报整车控制器 VCU，由 VCU 控制动力蓄电池的充电和放电。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测，让学生了解动力蓄电池的热管理。** | 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**  **简述电池冷却。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测  **学习参考（三）**  **五、吉利 EV300 热管理系统**  吉利 EV300 电动汽车整车热管理系统分为三个部分：乘员舱热管理、电池系统回路热管理、电驱系统回路热管理，如图 2-3-26 所示。    动力冷却系统的作用是对电池、电机、控制器及充电机等车辆关键部件进行冷却或加热，使其保持在适当工作温度范围内，冷却或加热性能直接影响零部件的性能表现，对于提升动力经济性有重要意义。  **（一）空调冷却回路**  与传统车一样，乘员舱冷却依靠压缩机制冷，如图 2-3-27 所示。区别在于采用电动压缩机，同样，缺少发动机的电动车乘员舱取暖依靠电加热系统 PTC 实现。    **（二）电驱系统冷却回路**  散热部件的进水顺序为散热器出水—电机控制器 /DCDC—充电机—电机。电机流出的较高温度冷却液通过散热器与空气的热交换降温，经过降温的冷却液再流经散热部件，达到冷却的目的。  **（三）电池冷却回路**  电池回路热管理主要包括电池冷却、电池加热功能的实现，当电池有冷却需求时，压缩机启动，电池回路通过 Chiller 换热器与空调回路进行换热。  **（四）PTC 电池加热原理**  当电池有加热需求时（电池最低温度低于 -10 ℃，且暖风开启），PTC 启动，同样电池回路通过 Chiller 集成在一起的换热器与 PTC 回路进行换热。  **（五）电驱回路加热电池回路**  当电池有加热需求时（电池最低温度高于 -10 ℃），PTC 不启动，利用电驱回路的热量加热电池回路。  **六、吉利 EV300 电池冷却回路控制策略**  （1）车辆在交流充电、直流充电、智能充电、行车（包括车速为 0）过程中都可以启动热管理对动力电池加热或冷却。  （2）冷却系统中，BMS 根据单节电池最高温度发送热管理控制信号，包括“冷却”“匀热”和“关闭”。  （3）加热系统中，BMS 根据单节电池最低温度发送热管理控制信号，包括“加热”“匀热”和“关闭”。  （4）快充及慢充：VCU 直接转发 BMS 的热管理请求。  （5）行车：行车状态下，VCU 接收到 BMS 发送的加热需求后，需要根据当前电池温度、暖风状态、车速等条件进行再次逻辑判断，从而发送不同热管理请求至 A/C 控制器。  （6）电池温度监测由 BMS 完成，BMS 根据动力电池单体温度判定动力电池是否启动冷却，并发送冷却请求给 VCU，VCU 转发 BMS 上述信号至 ATC 空调控制器。  （7）一般情况下，压缩机和动力电池水泵、加热水泵由 ATC 控制，风扇、电驱水泵由 VCU 控制。但是，当面板给 VCU 发送压缩机开机请求和功率请求时，风扇低速运转。当面板给 VCU 发送风扇高速请求时，VCU 控制风扇高速运转。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测展示，让学生了解新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车动力电池管理系统 BMS 检测，让学生了解吉利 EV300 热管理系统。** | 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PTC 电池加热原理。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车高压系统检测  **学习工作页（一）**  **任务描述**  新能源汽车技术专业的一名新生，在新能源汽车技术专业认知课上怀着好奇的心情提出疑问，为什么电动汽车前舱内有的是一个高压盒子，有的是两个盒子，还有的是三个盒子甚至四个盒子，难道电动汽车特别复杂吗？请你为这位新同学解惑，并通过你的介绍、解答，让他对新能源汽车技术专业更加热爱，更感兴趣。  **学习目标**  1. 能介绍新能源汽车高压系统组成及各部件功能；  2. 能在实车上正确识别各部件；  3. 能介绍新能源汽车高压系统组成、布置形式；  4. 能正确检查新能源汽车高压系统；  5. 能热爱专业，热爱学校，弘扬劳动精神，提升自身文明素质。  **学习准备**  **一、知识准备**  1. 新能源汽车高压系统组成及各部件功能（查阅学习参考“学习情境二学习任务四”）。  2. 新能源汽车高压系统结构（查阅学习参考“学习情境二学习任务四”）。  请阅读参考资料，把自己需要掌握的知识点和技能点填入下表。    **二、工作场地**  理实一体化教室。  **三、工具准备**  新能源汽车整车及车辆钥匙、高压防护用具、万用表、北汽 EV200 高压系统结构实训台。  **计划与实施**  在教师的引导下分组，以小组为单位学习相关知识。  1. 新能源汽车高压系统组成部件：  2. 高压控制盒的功能：  3. OBC 的功能：  4. DC/DC 的功能：  5. MCU 的功能：  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车高压系统检测，了解新能源汽车高压系统组成及各部件功能。** | 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**  **简述新能源汽车高压系统组成、布置形式。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车高压系统检测  **学习工作页（二）**  **评价与反馈**  **一、填空题**  1. 车载充电机的英文缩写是 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，其功能是将 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 转变为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  2.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 的主要作用是完成动力蓄电池电源的输出及分配，实现对支路用电器的保护及切断。  3. 新制造的三合一控制盒，则将高压控制盒、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 与 DC/DC 变换器集成在一个高压控制盒内，集成度高，结构简化，降低了故障率。  4. 北汽 EV200 新能源汽车高压控制盒内部主要包含 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和控制电路三大部分。  5.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 将动力蓄电池的高压直流电转换为整车低压 12 V 直流电，给整车低压用电系统供电及辅助蓄电池充电。  6. 电机控制器英文缩写 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，英文全称 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  7. 吉利 EV300 纯电动汽车前舱内有 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 个高压盒，分别是 PEU 和 OBC。  8. 吉利 EV300 纯电动汽车的 PEU 为 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 的集成盒。OBC 是集成了 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 的“2 合 1”小总成。  **二、判断题**  1. 电动汽车整车控制中包括 VCU、BMS、MCU、车身电气等系统，均采用 12 V 低压供电。 （　　）  2. 电机控制器从动力电池包获得电能，经过自身逆变器的调制，获得控制电机需要的电流和电压，提供给电动机，使得电机的转速和转矩满足整车的要求。 （　　）  3. 电机控制器 MCU，根据 VCU 的指令，控制电机的旋转状态。 （　　）  4. 北汽 EU5 纯电动汽车前舱内只有一个高压电气盒。 （　　）  5. 吉利 EV300 纯电动汽车前舱内有四个高压电气盒。 （　　）  **三、操作题**  1. 画出北汽 EV200 纯电动汽车高压系统结构及线路连接。  2. 画出吉利 EV300 纯电动汽车高压系统结构及高压线缆连接。  **四、技能考核**    **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车高压系统检测，增强学生的实际操作能力。** | 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**  **北汽 EV200 新能源汽车高压控制盒内部包含什么？** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车高压系统检测  **学习参考（一）**  **一、北汽 EV200 新能源汽车高压系统的结构及功能**  在电动汽车上，一般使用高压动力电池和一些高压电器  部件。北汽 EV200 的机舱内布置着电机控制器、高压控制盒、DC/DC 转换器等高压部件，如图 2-4-1 所示。    （一）高压控制盒  1. 高压控制盒的功用  高压控制盒的主要作用是完成动力蓄电池电源的输出及分配，实现对支路用电器的保护及切断。常见的高压控制盒有 5 个端口，分别与快充线束、低压控制线束、高压附件线束、动力蓄电池高压电缆、MCU 电机控制器电缆连接。新制造的三合一控制盒，则将高压控制盒、车载充电机与 DC/DC 变换器集成在一个高压控制盒内，集成度高，结构简化，降低了故障率。  2. 高压控制盒的外部连接  高压控制盒的外部连接。高压控制盒与外部的连接分为低压控制线和高压电缆。低压控制线主要是完成内部电路控制和数据传输。高压电缆主要分为快充线束、慢充线束、动力蓄电池高压电缆、MCU 电缆附件线束。高压电缆外表制造成显著的橙色是为了警告注意高压电，其他高压线束包括 DC/DC 变换器电源线、空调压缩机和 PTC 加热电源线等。  3. 高压控制盒的内部构造  高压控制盒实质上就是高压配电盒，把动力蓄电池的电能经过熔断器和控制线路分配给各个部件，所以内部主要包含熔断器、控制电路和快充继电器三大部分。下面以北汽新能源 EV200 高压控制盒为例介绍内部结构。  （1）熔断器。高压控制盒内部有 4 个大型的熔断器，即 PTC 熔断器、压缩机熔断器、DC/DC 熔断器和车载充电机熔断器。  （2）控制电路。高压控制盒内还有空调 PTC 加热控制电路、高压互锁机构。  （3）快充继电器（接触器）。在高压控制盒的底部有两只体积较大的继电器（接触器），一个是正极继电器，另一个是负极继电器。这两个继电器的作用是满足快充电路控制需要，在接通快充桩后，车辆与快充桩识别认证后接通，电动汽车进入快充状态。  4. 高压控制盒的工作原理  高压控制盒是连接动力蓄电池与外部用电设备或充电设备的控制机构，其作用是保护用电设备和动力蓄电池，通过熔断器、继电器盒控制板防止电流过大。动力蓄电池放电时，电能通过高压控制盒的熔断器分流给 MCU、DC/DC 变换器、空调压缩机、PTC 加热器等用电设备，超过额定电流时，熔断器熔断，保护电路不损毁。  （2）控制电路。高压控制盒内还有空调 PTC 加热控制电路、高压互锁机构。  （3）快充继电器（接触器）。在高压控制盒的底部有两只体积较大的继电器（接触器），一个是正极继电器，另一个是负极继电器。这两个继电器的作用是满足快充电路控制需要，在接通快充桩后，车辆与快充桩识别认证后接通，电动汽车进入快充状态。  4. 高压控制盒的工作原理  高压控制盒是连接动力蓄电池与外部用电设备或充电设备的控制机构，其作用是保护用电设备和动力蓄电池，通过熔断器、继电器盒控制板防止电流过大。  动力蓄电池放电时，电能通过高压控制盒的熔断器分流给 MCU、DC/DC 变换器、空调压缩机、PTC 加热器等用电设备，超过额定电流时，熔断器熔断，保护电路不损毁。  充满电，充电机依据整车控制器 VCU 和电池管理系统 BMS 提供的数据，自动调节充电电流或电压参数，从而满足动力蓄电池的充电需求，以完成充电任务。车载充电机工作不良或损坏会导致车辆不能充电或动力蓄电池充不满电的故障。  **（三）DC/DC 变换器**  DC/DC 变换器是将动力蓄电池的高压直流电转换为整车低压 12 V 直流电的装置。高压直流电通过其转换，才能给整车低压用电系统供电及辅助蓄电池充电。电动汽车整车控制中包括 VCU、BMS、MCU、车身电气等系统，均采用 12 V 低压供电，如果辅助电源电压过低会导致电动汽车不工作或不能点亮 READY 灯，导致无法起动车辆。  **（四）电机控制器 MCU**  电机控制器 MCU（Motor Control Unit）根据 VCU 的指令，控制电机的旋转状态。作为电动汽车的核心部件之一，MCU 是汽车动力性能的决定性因素。它从整车控制器获得整车的需求，从动力电池包获得电能，经过自身逆变器的调制，获得控制电机需要的电流和电压，提供给电动机，使得电机的转速和转矩满足整车的要求。  **二、吉利 EV300 新能源汽车高压系统的结构**  与北汽 EV200 不同，吉利 EV300 纯电动汽车前舱内只有两个高压盒，分别是 PEU和 OBC，如图 2-4-6 所示。    PEU 为驱动电机控制器和 DC/DC 的集成盒。OBC 则集成了车载充电机和高压配电盒，是“2 合 1”的小总成。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车高压系统检测，。** | 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**  **简述高压控制盒的工作原理。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **知识讲解**（45min） | **【教师】**展示新能源汽车高压系统检测  **学习参考（二）**  **三、北汽 EU5 新能源汽车高压系统的结构**  北汽 EU5 新能源汽车高压系统的结构如图 2-4-10 所示。PEU 动力电子单元是将车载充电机模块、DC/DC 变换器模块、MCU 驱动电机控制器（负责扭矩控制、传感器信号采集处理，辅件驱动和控制等功能）及高压配电模块集成的产品，将原本生产过程需要多次装配的部件进行集成化设计。PEU 集成化设计将原本大量的高压线束优化后，在内部母排中集成体现，提高了高压母线的屏蔽效果。  另外 PEU 的各个接口是根据整车的需求进行定制化设计的，与 PEU 连接的高低压线束较为简易，提高了高压线束的装配便捷性和可靠性，提高了装配效率和生产效率。MCU 具备换挡控制功能、能量回收控制功能、整车扭矩需求控制功能、定速巡航控制功能、防溜坡控制功能、碰撞安全控制功能、制动系统控制功能、整车控制功能、ADAS 功能等。    **四、整车控制**  以北汽 EU5 为例，介绍整车控制原理。  **（一）驾驶员意图解析**  驾驶员意图解析主要是对驾驶员操作信息及控制命令进行分析处理 , 也就是将驾驶员的油门信号和制动信号根据某种规则，转化成电机的需求转矩命令。因而驱动电机对驾驶员操作的响应性能完全取决于整车控制的油门解释结果，直接影响驾驶员的控制效果和操作感觉。  **（二）驱动控制**  驱动控制即根据驾驶员对车辆的操纵输入（加速踏板、制动踏板以及选挡开关）、车辆状态、道路及环境状况，经分析和处理，向 MCU 发出相应的指令，控制电机的驱动转矩来驱动车辆，以满足驾驶员对车辆驱动的动力性要求，同时根据车辆状态，向相应控制单元发出相应指令，保证安全性、舒适性。  **（三）制动能量回馈控制**  制动能量回馈控制即高压驱动集成单元根据加速踏板和制动踏板的开度、车辆行驶状态信息以及动力电池的状态信息（如 SOC 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、制动性能以及驾驶员舒适性的前提下，回收部分能量。其包括滑行制动和刹车制动过程中的电机制动转矩控制。  根据加速踏板和制动踏板信号，制动能量回收可以分为两个阶段，简单的划分条件：一是在车辆行驶过程中驾驶员松开加速踏板但没有踩下制动踏板那一刻；二是在驾驶员踩下制动踏板那一刻。  **（四）制动能量回馈的原则**  能量回收制动不应该干预 ABS 的工作。  当 ABS 进行制动力调节时，制动能量回收不应该工作。  当 ABS 报警时，制动能量回收不应该工作。  当电驱动系统具有故障时，制动能量回收不应该工作。  当发生下列情况时，禁止能量回收：  （1）ABS 通讯丢失或者 ABS 故障；  （2）电池总电压过压等。  **（五）整车能量优化管理**  通过对电动汽车的电机驱动系统、电池管理系统、传动系统以及其他车载能源动力系统 ( 如空调、电动泵等 ) 的协调和管理，提高整车能量利用效率 , 延长续驶里程。  **（六）充电过程控制**  充电过程控制与电池管理系统共同进行充电过程中的充电功率控制，PEU 接收到充电信号后，应该禁止高压系统上电，保证车辆在充电状态下处于行驶锁止状态，并  根据电池状态信息限制充电功率，保护电池。  **（七）高压上下电控制**  高压上下电控制即根据驾驶员对行车钥匙开关的控制，进行动力电池的高压接触器开关控制，以完成高压设备的电源通断和预充电控制。  上下电流程处理即协调各相关部件的上电与下电流程，包括电机控制器、电池管理系统等部件的供电，预充电继电器、主继电器的吸合和断开时间等。  **（八）防溜车功能控制**  纯电动汽车在坡上起步时，驾驶员从松开制动踏板到踩油门踏板过程中，会出现整车向后溜车的现象。此外，在坡上行驶过程中，如果驾驶员踩油门踏板的深度不够，整车会出现车速逐渐降到 0，然后向后溜车现象。  为了防止纯电动车在坡上起步和运行时向后溜车现象，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：整车在坡上起步时，向后溜车小于 10 cm ；在整车坡上运行过程中，如果动力不足时，整车车速会慢慢降到 0，然后保持 0 车速，不向后溜车。  **（九）电动化辅助系统管理**  电动化辅助系统包括电动空调、电制动、电动助力转向。BMS 应该根据动力电池以及低压电池状态，对 DC/DC、电动化辅助系统进行监控。  **（十）车辆状态的实时监测与显示**  PEU 应该对车辆的状态进行实时检测，并且将各个子系统的信息发送给车载信息显示系统，其过程通过传感器和 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驱动显示仪表看，将状态信息和故障诊断信息通过仪表显示出来。  **（十一）故障诊断与处理**  连续监视整车电控系统，进行故障诊断，并及时进行相应安全保护处理。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、充电机等的信息，对各种故障进行判断、等级分类、报警显示；存储故障码，进行故障诊断，并及时进行相应安全保护处理。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、踏板等的信息，对各种故障进行判断、等级分类、报警显示，存储故障码，供维修时查看。  **【学生】**思考、讨论。 | **教师通过文章展示，让学生了解议论文阅读与写作的基本理论知识。** |
| **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新能源汽车高压系统检测，让学生了解整车控制。** | 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**  **简述充电过程控制。** | 通过课后练习，使学生巩固所学新知识 |
| **教学反思** | 每个人都存在差异，所以每个学生的能力和知识水平都不同，在备课的时候，要充分做好教学准备工作。 | |