

# 2023 年全国行业职业技能竞赛 ——第三届全国新能源汽车关键技术技能大赛 汽车电器维修工（新能源汽车电控系统技术方向） 赛项竞赛要点

（指导版）

## 一、赛项介绍

### （一）赛项名称

汽车电器维修工（新能源汽车电控系统技术方向）。

### （二）技术思路

本赛项根据新能源汽车产业发展趋势，围绕新能源汽车电池、电机、电控“三电”技术及整车控制逻辑进行赛项设计，旨在提升新能源汽车企业生产和服务能力，引领职业院校相关专业人才培养和课程建设，实现以赛促产、以赛促教，推动产教融合、科教融汇，提高职业院校人才培养质量。本赛项对接新能源汽车企业电控系统先进技术和行业标准，把实际的工作任务、过程和要求融入比赛环节，注重团队合作，注重德技兼修，全面展示参赛选手新能源汽车电控技术综合职业能力。

### （三）赛项分组

本赛项分为职工（含教师）组和学生组两个竞赛组别，各组别均为双人组队参赛，两个组别在竞赛内容上有区别，在故障设置的难度和广度上有区分。

#### （四）竞赛用时

本赛项共设置两个环节：理论考试（详见理论考试竞赛规程）、实操考核。

理论考试：竞赛时间为 60 分钟。

实操考核：竞赛时间为 360 分钟。

## 二、赛项技术描述

### （一）技术总体描述

本赛项由“电池系统安装与调试”、“驱动系统装调与检测”、“电控系统检测与排故”、“电控系统能耗综合分析”四个竞赛任务组成，全面考察选手的动力电池系统安装与调试、驱动系统装调与测试、电控系统综合故障诊断和电控系统能耗综合分析的知识与能力。重点考察选手对新能源汽车动力电池系统缺陷检查与修复、驱动系统拆装与静动态检测、电控系统工作原理、控制逻辑理解应用以及整车能耗综合分析的能力。

### （二）任务具体描述

#### 任务1：电池系统安装与调试

本任务主要考查选手技术资料合理运用、仪器设备规范使用、高压安全防护、电池管理系统缺陷检查与修复、动力电池系统装调与检测、动力电池组件更换、动力电池系统密封性检测、充放电测试设备使用以及动力

电池系统故障诊断与排除的能力（不涉及单体电池，以下任务相同）。

### 任务2：驱动系统装调与检测

本任务主要考查选手技术资料合理运用、仪器设备规范使用、高压安全防护、驱动系统总成拆装、驱动系统维修保养、驱动系统缺陷检查与修复、驱动系统静态和动态检测，以及驱动系统故障诊断与排除的能力。

### 任务3：电控系统检测与排故

本任务主要考查选手技术资料合理运用、仪器设备规范使用、高压安全防护、PDI检查、电控系统结构和控制逻辑理解应用，故障现象描述、故障原因分析、故障检测、故障诊断与排除的能力。

### 任务4：电控系统能耗综合分析

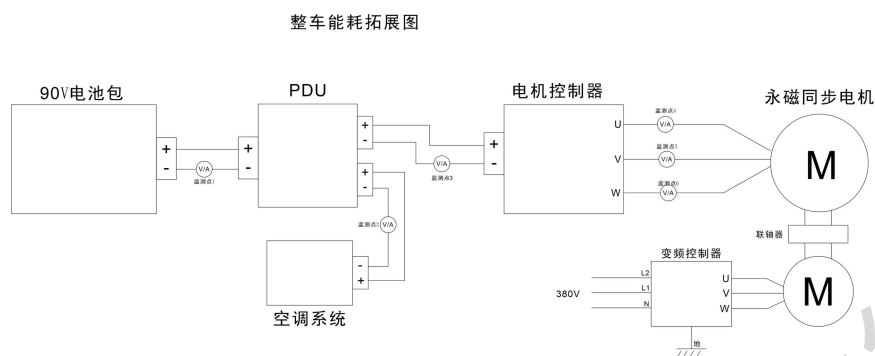
本任务主要考查选手技术资料合理运用、仪器设备规范使用、高压安全防护、整车耗能计算原理理解、能耗分析平台搭建、不同工况模拟、各电器模块参数采集以及能耗计算与综合分析的能力。

本赛项四个竞赛任务具体描述见表1：

表1 竞赛任务具体描述

工作任务	具体描述
任务一 电池系统安装与调试	(1) 使用上位机系统进行充放电操作，验证电池包的状态； (2) 排查电池系统缺陷并修复； (3) 检测和修复动力电池内部组件； (4) 完成动力电池系统及相关附件安装； (5) 更换动力电池易损件；

	<p>(6) 测试动力电池系统密封性；</p> <p>(7) 测试验证（参数设置、绝缘检测）动力电池系统；</p> <p>(8) 测试动力电池充放电性能；</p> <p>(9) 用动力电池系统对驱动系统供电。</p>
<p>任务二 驱动系统装 调与检测</p>	<p>(1) 检测电机绕组对壳体绝缘性、定子绕组相间直流电阻、旋转变压器定子绕组阻值；</p> <p>(2) 检测电机旋转变压器接插件、温度传感器接插件，检查阀体及冷却管路密封性；</p> <p>(3) 装调减速器，检测减速器内部齿轮组状况，完成油封检查更换；</p> <p>(4) 利用任务1装调好的电池系统完成对驱动系统的运行测试；</p> <p>(5) 排查驱动系统缺陷并修复；</p> <p>(6) 完成驱动系统标定；</p> <p>(7) 测量电机控制器的输入/输出信号电压、相电流波形、旋转变压器绕组信号波形；</p> <p>(8) 检测评估驱动系统静、动态参数。</p>
<p>任务三 电控系统检 测与排故</p>	<p>(1) 执行PDI (Pre Delivery Inspection 出厂前检查)，发现故障；</p> <p>(2) 执行车辆高压断电、高压系统绝缘检测和安全防护；</p> <p>(3) 低压系统异常故障检修；</p> <p>(4) 车辆无法充电故障检修；</p> <p>(5) 车辆无法高压上电故障检修；</p> <p>(6) 车辆无法正常行驶故障检修；</p> <p>(7) 排除故障后，完成PDI。</p>



整车功耗/能耗分为6个监控点,每个监控点分别监控实时电压值/电流值,整车能耗与自身重量、风阻、乘员、路况、运行速度及空调功耗都有关联,最终反馈出的来是电机负载大小与电池包输出电量的大小

计算方式1:耗电量=行驶里程 x 能耗/100

计算方式2:用电量O=设备运行电流I x 电源电压V x 运行时间H

- (1) 组装电控系统能耗综合分析平台；
- (2) 检查平台各仪器设备是否能正常使用；
- (3) 使用上位机对各用电器模块进行放电测试，利用电池对平台进行放电，记录电器设备的电压、电流及功率变化情况，记录放电时间；
- (4) 使用国标充电设备对动力电池进行充电，记录充电电压、电流、功率及充电时间；
- (5) 使用上位机测试不同车速下驱动系统机械特性；
- (6) 分析处理测量数据，根据国标GB/T18386-2021《电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第1部分：轻型汽车》进行能耗计算，得出电控系统能耗综合分析结论。

### 三、选手具备的能力

### (一) 基本知识要求

本赛项旨在促进高素质技术技能人才培养，为新能源汽车产业发展提供人才支撑，选手需要掌握以下相关知识：

1. 高压安全防护：高压电对人体的危害、触电的急救措施、带电检测高压器件的注意事项、非标准工位进

行新能源汽车维修的注意事项、人身安全防护的注意事项等知识。

2. 动力电池及电池管理系统：动力电池的特性、动力电池包参数、动力电池包拆解、动力电池上位机使用与数据分析、电池管理系统功能和控制策略、动力电池组件拆装、电池包绝缘、气密性检测等知识。

3. 驱动系统总成：驱动电机及控制器结构组成与工作原理、电机性能检测标准、减速器拆装、齿轮检测、油封检测更换标准、旋转变压器检测、电机标定等知识。

4. 新能源汽车电控系统：新能源汽车系统结构与工作原理、电控系统功能及原理、启动控制策略、充电控制策略、电源系统、驱动控制策略、制动能量反馈原理、常见故障及排除方法等知识。

5. 电控系统综合能耗分析：电控系统能耗分析检测平台组成、新能源汽车放电过程各器功率采集与耗电量计算、电池包放电功率与放电量计算、充电过程中电池充电功率采集及充电电量计算、电控系统能耗综合分析等知识。

## （二）基本技能要求

本赛项着重考查选手新能源汽车电池、电机、电控、整车控制逻辑以及能耗分析等关键技术的实际应用能力。参赛选手应该具备以下技能：

1. 高压安全防护和安全隔离技能。
2. 使用仪器设备进行产品性能检测的技能。

3. 执行车辆高压断电的技能。
4. 动力电池系统检查与组装、电池管理系统参数设置等动力电池系统装调的技能。
5. 动力电池系统故障诊断与排除的技能。
6. 动力电池系统绝缘、气密性检测的技能。
7. 驱动系统装调的技能。
8. 驱动系统标定的技能。
9. 驱动系统数据采集和分析的技能
10. 驱动系统静、动态检测评估的技能。
11. 执行车辆PDI检查的技能。
12. 新能源汽车维修工艺编制的技能。
13. 车辆典型故障诊断与排除的技能。
14. 电控系统各用电器电压、电流和功率测试的技能。
15. 电控系统能耗综合分析的技能。
16. 应用技术资料的技能。
17. 国标信息查询的技能。

### **（三）职业素养与安全要求**

参赛选手应严格遵循“团队合作、德技兼修”相关职业素养要求及安全规范，安全文明参赛，操作规范，工具摆放整齐，着装规范，资料归档完整等；严格防止因设备、车辆运行造成人身伤害。

## **四、竞赛流程**

### **（一）理论考试**

参加大赛决赛的选手统一进行理论考试，理论考试成绩以百分制评定，按20%占比计入选手竞赛总成绩。

## （二）实操比赛

各参赛队集中线下比赛，使用赛场提供的竞赛平台或设备，参赛队伍在规定时间内完成实操任务。实操考核主要环节及内容安排等见表2：

表2 时间及权重分配表

竞赛任务	时长	分值	权重	总分
任务1：电池系统安装与调试	120分钟	20分	20%	100分
任务2：驱动系统装调与检测		20分	20%	
任务3：电控系统检测与排故	120分钟	30分	30%	
任务4：电控系统能耗综合分析	120分钟	20分	20%	
职业素养与安全规范		10分	10%	

说明：任务1与任务2中的技术平台布置在同一个工位内，任务1和任务2竞赛总时间为120分钟，选手连续作业；任务4使用任务1和任务2的技术平台，在同一工位进行。

## （二）具体任务工作流程

### 任务1：电池系统安装与调试

选手根据大赛组委会提供的由国内主流企业原车电池包及其他必要部件组成的电池包封测与检测诊断实训台及相关专用工具仪器，在规定时间内完成以下具体工作流程：



电池检测作业：在电池包静置状态下，检查电池包外观及铭牌信息；使用上位机检测电池包数据，分析可能故障原因。

电池系统故障排除作业：根据动力电池系统反映的故障现象，进行相关检测和诊断，排除动力电池系统中的故障。

电池组件更换作业：对动力电池包内部电池管理系统组件、电池模组等高压部件进行检测，找到故障部件，并进行更换或维修，期间完成电池组件拆装与检测、电池模组绝缘检测、电池包气密性检测等操作。

电池管理系统调试作业：在工装调试模式下，使用绝缘测试仪检测动力电池绝缘性；使用诊断工具诊断电池组健康状态（包括但不限于单体电压、单体容量、单体压差）、通过诊断工具修改放电截止电压门限、充电截止电压门限、充电过流截止门限、放电过流截止门限、单体压差截止门限、温差截止门限等参数，使用设备自带负载进行放电操作，使用国标充电设备对动力电池进行充电操作，验证电池管理系统充放电保护功能。

通电前检查作业：系统上电前，使用 BMS 上位机系统进行相关接触器导通测试作业。

工单填写作业：完成《电池系统安装与调试作业表》的填写。

本任务主要考查选手技术资料使用、高压安全防护、仪器设备使用、电池包组件更换、电池包绝缘检测、电

池包气密性检测、电池管理系统参数安全控制设置、车载充电机充电参数调试以及电池管理系统故障诊断的能力。

## 任务2：驱动系统装调与检测

选手根据大赛全国组委会提供，由驱动电机、电机控制器、减速器、差速器组成的驱动系统装调与检测测试平台，及相关专用工具仪器，在规定时间内完成以下具体任务工作流程：

装调及检测作业：使用专用工具分离并拆解驱动系统单挡减速器内部齿轮组；检查单挡减速器内部齿轮组及轴承磨损程度；使用专用仪器测量并计算相关齿轮组轴向间隙，选择合适的调整垫片进行更换；拆装旋转变压器并调试（零位标定）。

静态检测作业：电机定子 U、V、W 绕组与电机壳体的绝缘阻值和相间电阻测量；旋转变压器励磁、正旋、余旋绕组阻值测量；驱动电机三相绕组温度传感器阻值测量；电机冷却系统回路密封性能检测。

动态检测作业：检查驱动系统转动异响（电机空转异响、减速器异响）；驱动电机三相绕组相电流波形测量；旋转变压器励磁、正旋、余旋绕组信号波形测量。

故障排除作业：根据驱动系统运转情况及反映的故障现象，进行相关检测和诊断，并排除驱动系统的故障。

工单记录作业：完成《驱动系统装调与检测作业表》的填写作业。

本任务主要考查选手技术资料使用、高压安全防护、仪器设备的使用、利用专用工量具进行减速器总成拆装、齿轮组检测与调整、根据零部件技术状况进行驱动系统维修保养和故障排除、驱动系统静动态检测、旋转变压器装调与标定的能力。

### 任务3：电控系统检测与排故

选手根据大赛组委会提供的新能源汽车整车、故障诊断设备及相关工具，按照提供的车辆检测作业表（在《电控系统检测与排故作业表》中）及技术资料，在规定时间内完成以下具体任务工作流程：

完成车辆 PDI 检查作业；

完成“低压系统异常”故障诊断与排除作业；

完成“车辆无法高压上电”故障诊断与排除作业；

完成“车辆无法正常行驶”故障诊断与排除作业；

完成“车载网络系统异常”故障诊断与排除作业；

完成“驾驶辅助系统异常”故障诊断与排除作业；

完成“车辆无法正常充电”故障诊断与排除作业。

完成《电控系统检测与排故作业表》的填写作业。

本任务主要考查选手技术资料使用、高压安全防护、仪器设备使用、新能源汽车结构组成和控制逻辑理解应用、车辆 PDI 检查的能力；整车低压控制系统、高压控制系统、车载网络系统、驾驶辅助等系统检测的能力；正确使用技术资料进行故障综合分析的能力；正确使用诊断设备进行整车故障检测、诊断与排除的能力。

#### 任务4：电控系统能耗综合分析

选手根据大赛组委会提供，由动力电池系统、驱动系统、电力测功机、功率分析仪等组装成的整车能耗测试分析平台，交流充电设备及相关专用工具仪器，在规定时间内完成以下具体任务工作流程：

电力测功机装调作业：将电力测功机安装至实训台合适位置，使之与驱动电机同轴运转。

冷却系统装调作业：将驱动系统的冷却系统安装至合适位置，为测试过程提供冷却。

动力电池放电作业：利用驱动系统及电力测功机进行动力电池能量消耗，记录能量消耗情况。

动力电池充电作业：使用国标交流充电设备对动力电池进行充电，记录能量补充情况。

电控系统综合能耗分析作业：将试验测量得到的数据进行总结，根据 GB/T18386-2021《电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第1部分：轻型汽车》计算公式，进行整车电控系统综合能耗的分析。

工单记录作业：完成《电控系统能耗综合分析作业表》的填写作业。

本任务主要考查选手技术资料使用、高压安全防护、仪器设备使用、新能源整车能耗原理分析、电力测功机使用、功率分析仪使用、测试数据提取和处理、整车电控系统综合能耗分析的能力。

#### 五、其他说明

## （一）任务1增加三个考核内容

### 1. 电池管理系统缺陷检查与修复

围绕电池管理系统（涉及动力电池系统全部元器件及软件）相关线路与部件的缺陷进行排查，并依据维修资料进行修复。

增加原因：对接动力电池管理系统核心技术，通过设计电池管理系统的相关线路、部件和软件缺陷，考察选手发现和修复缺陷的能力。

### 2. 动力电池的组件更换

选手根据上位机数据分析电池包内包括电池模组、高压配件、电池管理系统等组件，经过检测后更换或维修故障组件。

增加原因：动力电池的故障占新能源汽车故障的82%，纯电动汽车动力电池多安装于车辆底部，经常在恶劣环境下行驶的汽车，其动力电池难免会有磕碰现象，线下维修工更换电池包壳体的次数也相对较多，新能源汽车维修人员掌握动力电池修复技能非常重要。

### 3. 动力电池密封性检测

选手将密封性检测专用工具安装至电池包密封性检测口，向电池包中充入一定压力的压缩气体，等待一段时间后检查电池包内气压是否下降，确认电池包的密封性能。

增加原因：电动汽车上市已经长达十余年，第一批纯电动汽车动力电池或多或少已进行过维修或更换。维修

后的电池包必须进行密封性的检测以保证车辆安全。此竞赛任务可以有效提升行业从业人员的技能和安全意识。

## （二）任务2增加驱动系统缺陷检查与修复

围绕驱动系统（涉及电机、减速机、电机控制器等）相关线路与部件的缺陷进行排查，并使用专用工具对驱动系统总成进行修复。

增加原因：对接驱动系统核心技术，通过设计驱动系统的相关线路和部件的缺陷，考察选手发现和修复缺陷的能力。

## （三）任务3强化排故思路考核

在任务3中，加强工单设计，根据故障现象，结合理论知识和整车工作原理、控制逻辑，分析故障范围和类型，规划排故思路，且对工单单独评分；新增驾驶辅助系统故障诊断与排除。

增加原因：根据PDI过程中发现的故障现象，分析故障范围和类型，规划排故思路，再通过故障诊断过程进行验证，加强考核选手对整车电控系统工作原理、控制逻辑知识的理解和应用能力。中国汽车工程学会数据表明新能源汽车搭载辅助驾驶技术的渗透率达到46%，辅助驾驶系统行业市场规模将继续保持快速增长，因此考核驾驶辅助系统故障诊断与排除可以提高技能人才的技术水平也符合产业发展的需求。

## （四）任务4增加电控系统能耗综合分析考核

在任务4中，选手使用整车能耗测试分析平台、交流充电设备及相关专用工具仪器，完成电力测功机装调、冷却系统装调、动力电池放电、动力电池充电、电控系统综合能耗分析作业。

增加原因：受材料限制，动力电池在能量密度上难以大幅度提升，如何在保证电动汽车性能的同时降低整车综合能耗是目前主要研究方向。此任务旨在考核选手对纯电动汽车各部件能耗测试、电控系统主要能耗来源分析、整车能耗进行计算与优化的能力，符合新能源汽车技术发展人才需求。

#### （五）其他

本赛项相关技术平台功能和竞赛规程等要求，原则上不超出本竞赛要点技术范畴。在后期细化、实施过程中，可能会因未预知或不可抗力因素而作出必要的调整和完善。若遇此情形，大赛组委会技术工作委员会将及时予以通告。