

免费提供

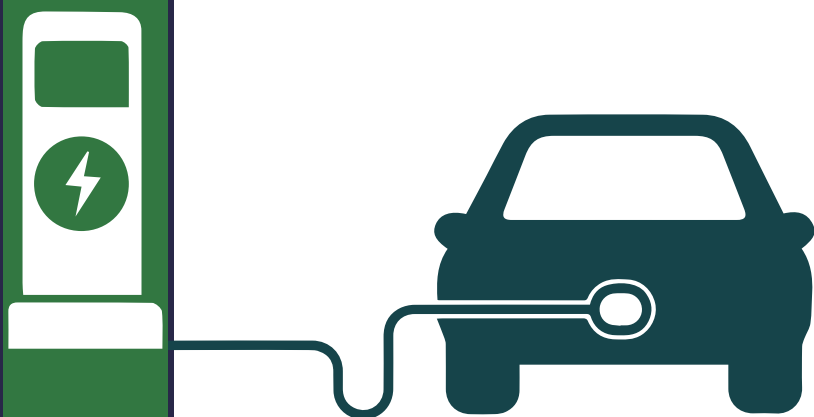
★★★ 精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233
www.huatengzy.com

XINNENGYUAN QICHE
QUDONG DIANJI YU DIANKONG
XITONG JIANXIU

新能源汽车

驱动电机与电控 系统检修



高等职业教育汽车系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

新能源汽车驱动电机与电控系统检修

选题策划: 苏 莉 闫洪一
责任编辑: 张佳凯
封面设计: 黄燕美

ISBN 978-7-5661-4204-7



定价: 58.00元

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

高等职业教育汽车系列教材
校企“双元”合作开发新形态教材

新能源汽车

驱动电机与电控 系统检修

主编 周志宏 马 娇
主编 杨胜兵



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

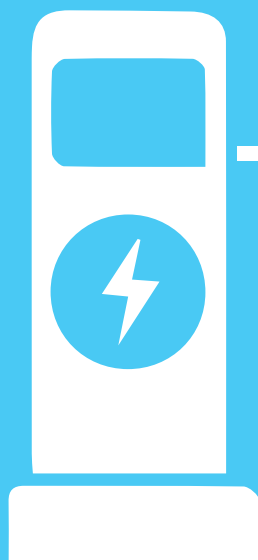
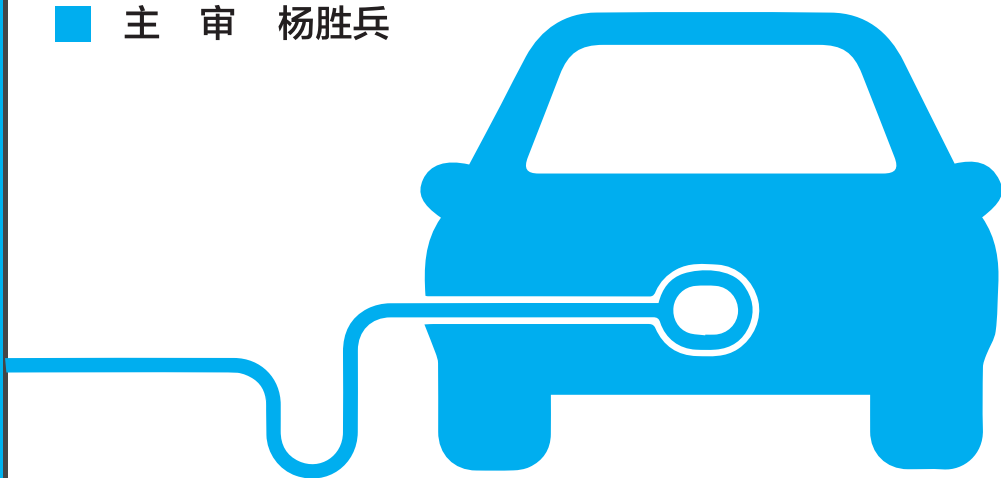
高等职业教育汽车系列教材

校企“双元”合作开发新形态教材

新能源汽车

驱动电机与电控 系统检修

主 编 周志宏 马 娇
副主编 王丽媛 舒 莉
主 审 杨胜兵



 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书采用基于工作过程的方法开发。内容以典型工作任务为载体进行组织,以电机及控制系统检修所需的主要技术能力为标准,选取了12个理论基础项目和3个综合实训项目。主要介绍新能源汽车常用的直流电机、交流异步电机、无刷直流电机、永磁同步电机、开关磁阻电机、混合励磁电机、多相电机等驱动电机的结构组成、控制技术、使用特性,电机控制器组成与功率变换技术,电机与电机控制器系统常见故障诊断与排除方法。每个项目设有学习任务,每个学习任务均以实际工作任务进行导入,理论知识包含共性知识和个性知识,实践技能部分主要以比亚迪e5、北汽新能源E150EV、大众ID4为例。

本书适合开设新能源汽车类专业的职业院校使用,也可以供新能源汽车技术培训机构使用,同时还可作为从事新能源汽车维修等相关行业工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

新能源汽车驱动电机与电控系统检修 / 周志宏, 马
娇主编. — 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2024. 3

ISBN 978-7-5661-4204-7

I. ①新… II. ①周… ②马… III. ①新能源-汽车
- 驱动机构-控制系统-车辆修理 IV. ①U469.703

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2024)第 055635 号

新能源汽车驱动电机与电控系统检修

XINNENGYUAN QICHE QUDONG DIANJI YU DIANKONG XITONG JIANXIU

选题策划 苏 莉 闫洪一

责任编辑 张佳凯

封面设计 黄燕美

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

发行电话 0451-82519328

传 真 0451-82519699

经 销 新华书店

印 刷 三河市骏杰印刷有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 18

字 数 372 千字

版 次 2024 年 3 月第 1 版

印 次 2024 年 3 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5661-4204-7

定 价 58.00 元

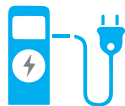
<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn



前言

Preface



党的二十大报告指出：“培养造就大批德才兼备的高素质人才，是国家和民族长远发展大计”。现代职业教育肩负着培养高素质劳动者和技术技能型人才的重要责任与使命。为自觉把党的二十大精神贯彻落实到现代职业教育办学治校、管理、改革和发展等各领域、各方面、各环节，不断完善应用型人才培养体系，精心打造核心课程、优质教材、实践项目，提升职业院校办学能力和质量，我们组织校企力量和资源编写了本教材。

本教材主要为大学专科和高等职业院校新能源汽车维修类专业编写，突出职业教育特色。本教材从职业（岗位）需求分析入手，确定学生应具备的知识结构和能力结构，选取了 12 个理论基础项目和 3 个综合实训项目，主要培养学生利用现代诊断仪器、检测设备和工具进行电动汽车电机及电控系统的拆装、检测以及维修、更换等专业能力，同时注重培养学生的职业素养、社会能力和操控能力。使用本教材的学校可以根据专业要求、实验实训条件和实际情况，对相应的内容进行取舍。本教材还可以作为相关技术人员自学用书。

理论知识模块（项目一至项目十二）以“够用、适用、实用”为原则，注重基本知识、基本技能，通过问题引导方式，主要介绍新能源汽车常用的直流电机、交流异步电机、无刷直流电机、永磁同步电机、开关磁阻电机、混合励磁电机、多相电机等驱动电机的结构组成、控制技术、使用特性，电机控制器组成与功率变换技术。各项目内容前后贯通，有机结合，介绍基础理论结合了新技术、新方法，力求与时俱进。

综合实训模块（项目十三至项目十五）以驱动电机检修、电机控制器检修为目标主线，采用“以行动为导向、基于工作过程”的课程开发方法，有机融合理论和实践，配以任务工单，以北汽新能源 E150EV、吉利帝豪 EV300 等电动汽车为例，设计了高压防护，高低压下电、验电、上电，电机与电控系统部件的拆装、认知、更换、检测与维护，电机控制器低压回路与通信等常见故障的诊断与排除工作任务。每项任务有必备的理论知识及实践训练，理实一体，由易到难，符合学生认知规律和人才培养目标，实用性、可操作性强。

学生通过学习，能够掌握必要的基本理论知识，不断提高实践能力、职业技能、分析问题和解决问题的能力。



本教材在内容和形式上主要特点如下:

1)设计相应学习场景和典型化工作任务,每项任务、情境有明确的学习目标,项目有“自我评价”练习题以巩固提高所学内容和能力,便于组织教学、提高学习效率。

2)本书与企业密切合作,引入企业仿真案例,工作任务来源于实际岗位,并进行适当教学化加工,突出实用性、先进性和典型化,切合“岗课”融通指导思想。

3)信息呈现注意文字与图片的搭配,尽量做到图文并茂,配备电子教学课件,综合实训结合现场操作视频,初步实现教材的立体化。

本教材由湖南三一工业职业技术学院周志宏、马娇担任主编,负责全书的设计,周志宏完成项目二、项目十四的编写及全书的统稿、核验工作;马娇完成项目十一的编写;湖南汽车工程职业学院王丽媛、南昌交通学院舒莉担任副主编,王丽媛完成项目五、项目七、项目十二的编写及电子教学课件的制作工作,舒莉完成项目一、项目八的编写;长沙南方职业学院刘云霞完成项目三的编写;苏州汇川联合动力系统股份有限公司谭海洋完成项目六、项目十的编写;合肥云生汽车服务有限公司(合肥九合职业培训学校)魏先余完成项目十三、项目十五的编写、实训内容验证及全部视频摄制;湖南第一师范学院陈海媚完成项目四的编写;北京交通大学电子信息工程学院周祺畅负责项目九的编写、全文校对及部分图稿绘制。本教材由武汉理工大学汽车工程学院杨胜兵副教授主审。

本教材系湖南省教育科学工作者协会 2022 年度高校课题《“岗课赛证”背景下基于能力递进的项目化教学模式实施策略研究》(课题编号: XJKX22B208)研究成果之一。

本教材的编写工作得到了诸多同行的热情帮助,并提出了宝贵意见,也得到了编者所在院校领导及企业的关心和支持,编写过程中参考引用了大量国内外相关著作和文献资料,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

二维码索引

序 号	二 维 码	名 称	页 码
13-1		新能源汽车安全防护	
13-2		新能源汽车高压下电、验电	
13-3		新能源汽车高压上电	
13-4		驱动电机附件拆卸——举升车辆	
13-5-1		新能源汽车驱动电机拆卸安装——附件拆除	
13-5-2		新能源汽车驱动电机拆卸安装——母线绝缘	
13-5-3		新能源汽车驱动电机拆卸安装——驱动电机拆卸	
13-6		驱动电机与车体分离	
13-7		驱动电机外观检查	
13-8		驱动电机结构组成	

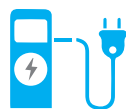
续表

序 号	二 维 码	名 称	页 码
13-9		测量驱动电机 U-V-W 端子电阻、绝缘检测	
13-10		检测驱动电机温度传感器	
13-11		驱动电机温度过高故障原因	
13-12		驱动电机定子故障	
13-13		驱动电机安装回车体	
14-1		大众 ID4 控制器外部线路连接	
14-2		大众 ID4 控制器拆卸	
14-3		大众 ID4 控制器常见故障	
14-4		大众 ID4 控制器通信故障	
14-5		大众 ID4 控制器安装	
15-1		新能源车排故前准备	



目录

Contents



项目一	新能源汽车驱动电机与电控系统总体认知	1
学习任务一	新能源汽车驱动电机的总体认知	2
学习任务二	新能源汽车电机控制系统认知	9
项目二	新能源汽车驱动电机电磁基础	17
学习任务一	磁路	18
学习任务二	电磁感应	24
项目三	电机控制器组成与功率变换电路	32
学习任务一	电力电子器件	33
学习任务二	电机控制器的结构组成	41
学习任务三	AC-AC 变换电路	46
学习任务四	AC-DC 变换电路	50
学习任务五	DC-DC 变换电路	54
学习任务六	DC-AC 变换电路	59
项目四	直流电机及其控制技术	65
学习任务一	直流电机的基本结构	66
学习任务二	直流电机的工作原理	72
学习任务三	直流电机的控制技术	76
学习任务四	直流电机的特点及应用	85
项目五	交流异步电机及其控制技术	89
学习任务一	交流异步电机的基本结构	90



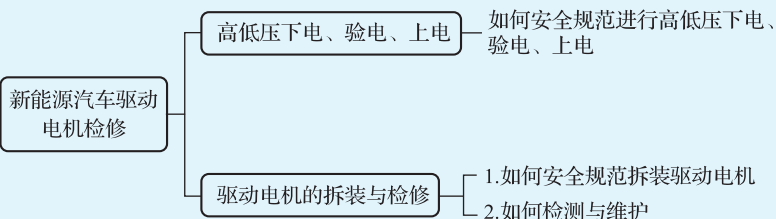
学习任务二	交流异步电机的工作原理	94
学习任务三	交流异步电机的控制技术	98
学习任务四	交流异步电机的特点及应用	106
项目六	无刷直流电机及其控制技术	110
学习任务一	无刷直流电机的基本结构	111
学习任务二	无刷直流电机的工作原理	117
学习任务三	无刷直流电机的控制技术	121
学习任务四	无刷直流电机的特点及应用	128
项目七	永磁同步电机及其控制技术	133
学习任务一	永磁同步电机的基本结构	134
学习任务二	永磁同步电机的工作原理	140
学习任务三	永磁同步电机的控制技术	143
学习任务四	永磁同步电机的特点及应用	147
项目八	开关磁阻电机及其控制技术	152
学习任务一	开关磁阻电机的基本结构与工作原理	153
学习任务二	开关磁阻电机的控制技术	158
学习任务三	开关磁阻电机的特点及应用	165
项目九	混合励磁电机的结构及其工作原理	169
学习任务一	混合励磁电机的基本结构	170
学习任务二	混合励磁电机的工作原理	174
项目十	多相电机及其控制技术	178
学习任务	多相电机的结构与原理	179
项目十一	新能源汽车驱动电机控制技术	185
学习任务	电机控制系统组成与控制原理	186
项目十二	新能源汽车电机与控制器冷却系统维护	206
学习任务	驱动电机与控制器冷却系统组成及特点	207
项目十三	新能源汽车驱动电机检修	215
学习任务一	高低压下电、验电、上电	216

学习任务二 驱动电机的拆装与检修	225
项目十四 新能源汽车驱动电机控制器检测与维护	241
学习任务 电机控制器拆装、检测与维护	242
项目十五 电机控制系统一般故障诊断	256
学习任务一 电机控制器低压供电回路及通信故障诊断	257
学习任务二 北汽新能源 E150EV 纯电动汽车电机控制器系统故障诊断	268
参考文献	278

新能源汽车驱动电机检修



知识点



技能点

1. 能够识别驱动电机的组成；
2. 能够正确使用安全防护套装及检测仪器、工具；
3. 能够正确对新能源汽车进行高压下电、验电、上电；
4. 能够安全规范地对驱动电机进行拆解、检修、更换。

学习任务一



高低压下电、验电、上电

情境导入

一辆比亚迪 2019 款 E5 电动汽车驱动电机运转不正常送来检测，师傅让你测试驱动电机的性能。为了安全、规范地进行测试，要掌握高低压下电、验电、上电技能。

学习目标

- ➔ 掌握高压用电安全及车辆防护知识；
- ➔ 强化企业场景意识；
- ➔ 提高安全及程序化、规范化意识；
- ➔ 增强服务集体、服从纪律的团队精神；
- ➔ 培养严谨细致的工作作风。



知识信息



课前准备

本任务要对新能源汽车进行高低压下电、验电、上电操作。在进行具体工作前请查询相关资料，掌握以下知识。

1. 高低压下电、验电、上电应用时机

对新能源汽车维护维修作业前要进行整车下电、验电；对新能源汽车维护维修作业结束后要进行整车上电。

2. 车辆高压系统安全措施

尽管车辆制造商对新能源汽车采取了如下高压系统安全措施，在操作时仍然要注意高压安全防护。

- (1) 电缆组件保护：使用高质量的电缆，采用可靠的电缆连接器和保护器。
- (2) 高压插头保护：使用可靠的高压插头。
- (3) 采用电磁屏蔽材料进行屏蔽。
- (4) 电池包安全设计：使用可靠的电池支架。

(5)高压故障保护:安装高压断路器,故障自锁,自动隔离,确保高压线路安全。

3. 高压系统维护保养方案

定期检查高压线路和连接器;确保电缆和插头无损坏;按时更换老化电缆和插头;注意环境条件;避免在潮湿或高温环境下使用电动汽车;不在高温环境下进行快速充电;避免碰撞和冲击;避免重物碾压或磕碰电动汽车高压部分;避免刚蹭和惯性碰撞。

4. 新能源车检修操作安全要求

- (1)检修作业前将车辆停稳,四轮位置放置三角挡块,并竖立高压检修警示牌。
- (2)严禁未经培训的人员进行高压部分检修,禁止一切带有侥幸心理的危险操作。
- (3)车辆处于充电状态时,不得将维修开关手柄和壳体上接插件拔出。
- (4)严禁在无维修开关手柄的情况下,将手指直接伸入维修开关的插针孔内,防止触电。
- (5)当电源挡位位于 ON 挡时,严禁插拔维修开关手柄和壳体上的接插件。
- (6)检修高压系统时,点火开关必须处于 OFF 挡,并拔下车辆紧急维修开关,放置在专门的存放柜中。
- (7)准确识别高压部件。
 - ①整车橙色线束均为高压线束;
 - ②高压零部件:动力电池包、高压箱、车载充电机、电机控制器、电机总成、AC-DC 等。

 问题引导

如何安全规范进行高低压下电、验电、上电?

一、实施准备

1. 所需资料及工具

- (1)安全防护:车辆安全防护设备。
- (2)工具设备:数字万用表、毫欧表、绝缘电阻表、绝缘防护用品、绝缘工具套装、常规工具套装。
- (3)辅助资料:维修手册、教材。

2. 作业前准备

图 示	作业内容	操作步骤
   	1. 防护用具检查	☐安全服穿戴 ☐检查护目镜 ☐绝缘手套是否完好 ☐检查绝缘鞋

续表

图 示	作业内容	操作步骤		
	2. 整车安全防护	☐规范着装 ☐铺设防护四件套 ☐拉警戒遮拦、悬挂警示标志、放置安全警示牌 ☐放置车辆挡块		
	3. 工具仪表检测	☐万用表、绝缘检查仪是否正常 ☐故障诊断仪是否正常 ☐绝缘工具是否完好、齐全		
	4. 整理清洁工作	☐电机外部吹风清扫干净 ☐工具设备摆放整齐		
	5. 熟悉技术资料及操作要领	☐熟悉该项目维修手册、电路图 ☐熟悉工具操作方法、规范		
	6. 测量绝缘地垫绝缘电阻	测量值	标准值	判别
		_____Ω	_____Ω	☐正常 ☐异常
相关视频	13-1 新能源汽车安全防护			

二、制定作业流程

1. 明确安全责任

必须设置专职监护人名,由监护人监督维修,工作职责为监督维修的全过程,包括维修人员组成、工具使用、防护用品、备件安全保护、维修环境警示牌是否符合要求。禁止一切带有侥幸心理的危险操作,避免发生安全事故。

2. 小组分工

将全班同学分为 6 组:秦朝组、汉朝组、唐朝组、元朝组、宋朝组、明朝组。每组成员进行分工,分工人员类型如下,分工后,将分工信息填入实训工单。

- (1)主操作员:
- (2)记录人员:
- (3)安全人员:
- (4)副操作员:

3. 高低压下电、验电、上电操作流程图(图 13-1)

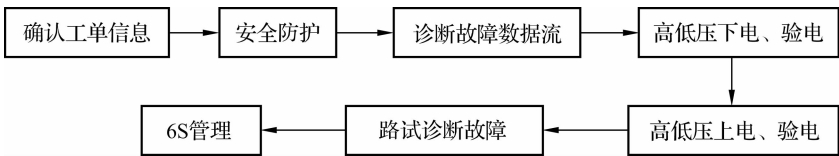


图 13-1 操作流程 图 1

三、任务实施:新能源汽车高低压下电、验电、上电(结合实训工单进行)

1. 接受工单任务,填写、
确认信息

实训工单 1 驱动电机的拆装				
组员姓名		组长姓名	指导老师	
分工		分工		
实训场地		日期	成绩	

高低压下电、验电

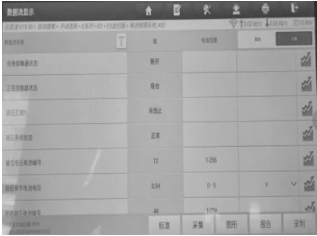
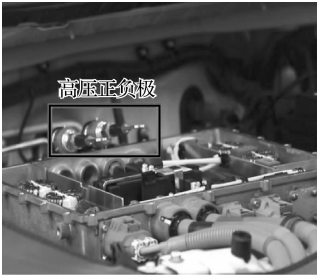
2. 安全防护检查(个人防
护、安装警示标志、场地
设备、车辆外观),确认符
合作业环境,举升车辆

A black and white photograph showing safety equipment on a workbench. Two hard hats are hanging on a pegboard in the background. In the foreground, on a wooden table, there are a pair of work gloves and a small electronic device with a digital display and buttons.

A black and white photograph showing a car being lifted by a hydraulic jack. The car is on a tiled floor, and its front end is elevated. A hard hat and other tools are visible on a table in the foreground.



续表

3. 读取故障码,记录数据流信息		
4. 下电。点火开关置 OFF 挡,拔掉维修开关,等待 5 min 以上。注意:拔下的维修开关放到储物箱中锁好;安装替代安全塞,如果没有替代安全塞,建议用绝缘胶带封住并装上维修开关盖板		
5. 断开辅助蓄电池负极搭铁线,用绝缘胶带缠绕搭铁线端子		
6. 使用数字万用表对控制器的高压正负极插接器、驱动电机高压三相线验电,无电后拆卸高压正负极插接器的固定螺母,拔掉高压母线正、负极插接器,用绝缘胶带缠裹高压线插接器两端。注意:如有电,要用放电设备对高压母线正负极插接器放电,使用万用表确定系统电压为 0 V,则放电完成		
相关视频	13-2 新能源汽车高压下电、验电	

续表

高低压上电、验电			
7. 安装高压线束插接器,安装到位后将其锁止			
8. 安装低压线束插接器			
9. 降下车辆			
10. 安装维修开关			
11. 安装低压蓄电池负极端子			
12. 检查上电情况:将车钥匙置于 ON 挡,行车电脑显示屏显示 READY,则上电完成			
13. 路试检查(如是在企业需进行)			
14. 6S 管理:升起驾驶员侧车窗玻璃,拆除翼子板布、格栅布、车内四件套,移去高压安全警示标识,整理现场,清洁工具,恢复工位			
相关视频	13-3 新能源汽车高压上电		
15. 检测发现的问题及处理			
如果发现部件有损坏或已达到更换周期,将信息填入下表,并规范更换。			
序 号	问题描述	测试过程	解决方法



实训工单 1 高低压下车、验电、上电

组长 (安全管理员)		记录员 (主操作员)		指导教师 (副操作员)	
实训场地		日期		成绩	
实训设备					
一、车间安全检查					
维护内容		完成情况		维护内容	
检查车辆、仪器电源是否关闭		☐ 是 ☐ 否		收起并整理防护四件套	
工具、仪器、清单齐全后归位		☐ 是 ☐ 否		做好作业现场清洁清扫	
二、信息登记					
品牌		整车型号		VIN 码	
动力电池	型号:	额定容量:			
驱动电机	型号:	额定功率:			
行驶里程	km	电量 SOC:	%	故障信息	☐ 有 ☐ 无
三、作业前准备					
作业内容		操作步骤			
1. 防护用具检查		☐ 安全服穿戴 ☐ 检查护目镜 ☐ 绝缘手套是否完好 ☐ 检查绝缘鞋			
2. 作业前整车安全防护		☐ 规范着装 ☐ 铺设防护四件套 ☐ 放置安全警示牌 ☐ 放置车辆挡块			
3. 工具、仪表检测		☐ 万用表、绝缘检查仪是否正常 ☐ 故障诊断仪是否正常 ☐ 绝缘工具是否完好、齐全			
4. 做好工作前整理清洁工作		☐ 电机外部吹风清扫干净 ☐ 工具设备摆放整齐			
5. 熟悉技术资料及操作要领		☐ 熟悉该项目维修手册、电路图 ☐ 熟悉工具操作方法、规范			
6. 测量绝缘地垫绝缘电阻		测量值		标准值	
		_____ Ω		_____ Ω	
				☐ 正常 ☐ 异常	
四、新能源汽车高低压下车、验电、上电					
1. 高低压下车、验电					



续表

作业步骤	作业内容	完成与否	
下电、验电	1. 接受工单任务信息确认	☐ 是 ☐ 否	
	2. 安全防护检查、举升车辆(个人防护、场地设备、车辆外观)	☐ 是 ☐ 否	
	3. 读取故障码,记录数据流信息	☐ 是 ☐ 否	
	4. 下电:点火开关置 OFF 挡,拔掉维修开关,等待 5 min 以上。拔下的维修开关放到储物箱中锁好;安装替代安全塞	☐ 是 ☐ 否	
	5. 断开辅助蓄电池负极,用绝缘胶带封住	☐ 是 ☐ 否	
	6. 使用万用表对驱动电机三相线验电,无电后拆卸插接器的固定螺栓,拔掉高压母线插接器		
2. 高低压上电 以倒序步骤进行。			
作业步骤	作业内容	完成与否	
上电、验电	1. 安装高压线束插接器到位后将其锁止	☐ 是 ☐ 否	
	2. 安装低压线束插接器	☐ 是 ☐ 否	
	3. 降下车辆	☐ 是 ☐ 否	
	4. 安装维修开关	☐ 是 ☐ 否	
	5. 安装低压蓄电池负极端子	☐ 是 ☐ 否	
	6. 将点火开关置 ON 挡,观察行车电脑显示屏显示 READY,则上电完成	☐ 是 ☐ 否	
	7. 静态测试、动态(路试)测试	☐ 是 ☐ 否	
	8. 工单任务信息确认签字	☐ 是 ☐ 否	
	9. 6S 管理素质提升	☐ 是 ☐ 否	
五、验收检查 学习中需要组长签字检验,企业中需要质检员对任务进行完工检验。			
检查内容		是否异常	
1. 确认车辆维修部位部件安装是否到位		☐ 是 ☐ 否	
2. 检查相关未维修部位是否正常		☐ 是 ☐ 否	
3. 确认全车油、水、电部件是否补充到位		☐ 是 ☐ 否	
4. 上电,检测故障码、数据流等数据是否正常		☐ 是 ☐ 否	
5. 确认正常,进行路试,检测车辆各工况性能是否恢复正常		☐ 是 ☐ 否	
6. 6S 管理(洗车作业还原车辆整洁度)		☐ 是 ☐ 否	
7. 交车检验		☐ 是 ☐ 否	
六、场地维护			
维护内容	完成情况	维护内容	完成情况
检查车辆、仪器电源是否关闭	☐ 是 ☐ 否	收起并整理防护四件套	☐ 是 ☐ 否
工具、仪器、清单齐全后归位	☐ 是 ☐ 否	做好作业现场清洁清扫	☐ 是 ☐ 否

续表

七、实操评价					
高低压下电、验电、上电考核评分表					
个人/ 小组评价	序号	评价类别	评价项目	个人/小组评价(星级)	备注
	1				
	2				
	3				
	4				
	个人/小组评价总分				
反思					
教师评价	序号	评价类别	评价项目	评分标准	各项得分
	教师评价总分				
教师总结 与改进	教师总结：				
	改进内容：				

学习任务二



驱动电机的拆装与检修

情境导入

一辆电动汽车出现电机无运转故障,送新能源汽车某 4S 店检修,需要对驱动电机进行拆装与检修。你作为 4S 店维修服务工程师,如何安全规范地对电机进行拆解、检修和更换?

学习目标

- ➔ 了解驱动电机的结构、原理;
- ➔ 掌握驱动电机安全拆卸、安装、检测方法;
- ➔ 强化企业场景意识;
- ➔ 提高安全及程序化、规范化意识;
- ➔ 增强服务集体、服从纪律的团队精神;
- ➔ 培养严谨细致的工作作风。



知识信息



课前准备

本任务要对驱动电机进行拆卸、安装和检修。在进行具体工作前请查询相关资料,掌握以下知识。

1. 驱动电机结构组成

熟悉驱动电机在新能源汽车上的位置,熟悉电机结构(图 13-2、图 13-3 所示为两种车型驱动电机组成图),并理解旋转变压器的作用:用以检测电机转子位置,控制器解码后可以获知电机转速;温度传感器作用:用以检测电机的绕组温度,控制器可以保护电机,避免过热。

2. 驱动电机故障检查常用方式方法

(1)看:外观是否正常。检查驱动电机外观是否有破损,各插接器连接是否可靠,线束是否有破损。

(2)听:内外有无异响。运转驱动电机,借助螺钉旋具或听棒等辅助工具,贴近电机两端

听,是否存在不良振动和内部异常运行声音。

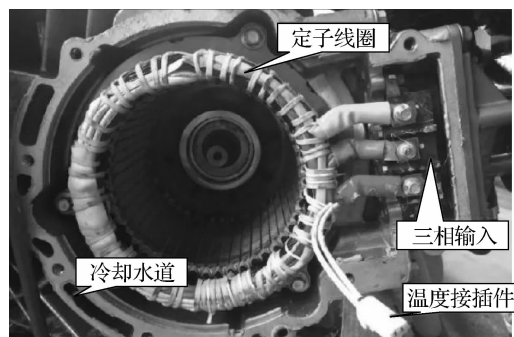


图 13-2 比亚迪唐驱动电机内部零部件安装位置

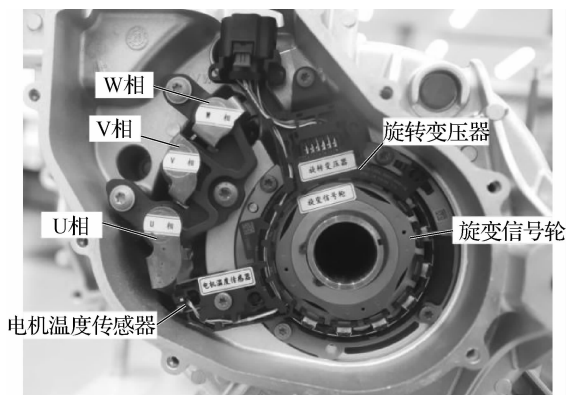


图 13-3 比亚迪 E5 驱动电机内部零部件安装位置

(3)闻:空气有无异味。若有特殊的油漆味,可能电机内部温度过高;若发现较重的焦糊味,则可能是绝缘层被击穿或绕组烧毁。

(4)摸:外壳是否高温。用手背去碰触电机外壳、轴承周围部分,若发现温度异常,可能为散热不良、电机过载、定子绕组匝间短路或三相电流不平衡;若轴承周围温度过高,可能是轴承损坏。

(5)测:①绝缘件绝缘良好。用兆欧表或绝缘测试仪的 1 000 V 挡位测量电机三相绕组引出线与机壳之间的绝缘电阻,正常情况下应大于 500 V,或电机整体绝缘电阻大于 2 M Ω ,表明电机绝缘良好。②冷却回路密封性良好。液冷系统的电机及控制器应能承受产品技术文件规定的、不低于 200 kPa 的压力,无渗漏。

(6)读:数据流变化正常。起动以后,连接诊断仪读取电机驱动系统的相关数据流,根据数据流分析电机驱动系统的工况,数据流应随时间和工况而正常变化。主要需要读取的数据有:MCU 使能命令、驱动电机工作模式命令、驱动电机转矩、转速指令、方向命令、MCU 初始化状态、驱动电机当前状态、驱动电机当前工作模式、驱动电机当前旋转方向等数据。

3. 驱动电机常见故障类型及检测方法

1) 电气故障

驱动电机常见的电气故障有线路连接异常、电机绕组绝缘、短路、断路、断相运行等,可以借助万用表、兆欧表和数字电桥等检测工具进行检测。常需进行:

- (1)检查电机驱动系统相关电气连接是否正常;
- (2)驱动电机绕组三相母线绝缘性检测;
- (3)驱动电机定子绕组断路检测;
- (4)驱动电机三相绕组均衡性检测;
- (5)电机旋转变压器检测。

2) 机械故障

驱动电机常见的机械故障主要有扫膛、振动、轴承过热、损坏等。轴承精度不合格及端

盖内孔磨损或端盖止口与机壳止口磨损变形,使电机壳、端盖、转子三者不同轴而引起扫膛;转子动平衡不好、转子轴弯曲,端盖、机壳与转子不同轴心,紧固件松动等会引起振动;轴承的配合太紧或太松会引起轴承过热而使轴承损坏。

驱动电机运行常见故障及诊断方法见表 13-1。

表 13-1 驱动电机运行常见故障及诊断方法

故障现象	可能原因	检修方法
电机运行 温度过高	电源电压过低	调整电压到所需值
	电机过载	减轻负载后再启动
	机械卡住	停车,盘车解除机械锁止再起动电机
	电源停电(无电)	断路器未闭合,检查和排除控制器回路操纵机构故障
	负载过大	减轻负载后再启动
	通风不良	检查通风系统,排除故障
	定、转子扫膛	检查气隙及转轴、轴承调整至正常
	电机绕组故障	检查绕组是否有接地、短路、断路等故障
	转子励磁电流调整不当	重新调整适当
	电源电压过高、过低或三相不平衡	检查电源调整电压值符合要求
电机运行 时振动过大	定子三相电压不对称	检查三相电压均衡度
	铁芯装配不紧	重新拧紧拉紧螺杆或在松动的铁芯片中打入楔子固定
	定子绕组并联支路中某支路断裂	检查直流电阻,查出后焊接
	定、转子气隙不均	调整电机气隙,使其均匀
	转轴弯曲	进行调直或更新
	转子磁极松动	检查固定键、垫铁和线圈固定情况,重新紧固
	电机底座和基础板不整固	坚固电机地脚螺栓,加强基础
	励磁绕组匝间短路或接线错误	测量励磁绕组的直流电阻和极性
	负载不平衡	检查机械负载故障并排除
	机组中心定位不好	重新定位中心
	基础自由振动频率与电机的振动频率接近	改变基础的自由振动频率,使两者不产生共振
	转子不平衡	平衡检查试验

问题引导 1

如何安全规范拆装驱动电机？如何检测与维护驱动电机？

一、实施准备

1. 所需资料及工具

- (1)安全防护:车辆安全防护设备。
- (2)工具设备:数字万用表、毫欧表、绝缘电阻表、绝缘防护用品、绝缘工具套装、常规工具套装。
- (3)辅助资料:维修手册、教材。

2. 作业前准备

图 示	作业内容	操作步骤
	1. 防护用具检查	☐ 安全服穿戴 ☐ 检查护目镜 ☐ 绝缘手套是否完好 ☐ 检查绝缘鞋
	2. 整车安全防护	☐ 规范着装 ☐ 铺设防护四件套 ☐ 拉警戒遮拦、悬挂警示标志、放置安全警示牌 ☐ 放置车辆挡块
	3. 工具仪表检测	☐ 万用表、绝缘检测仪是否正常 ☐ 故障诊断仪是否正常 ☐ 绝缘工具是否完好、齐全

续表

图 示	作业内容	操作步骤		
	4. 整理清洁工作	☐ 电机外部吹风清扫干净 ☐ 工具设备摆放整齐		
	5. 熟悉技术资料及操作要领	☐ 熟悉该项目维修手册、电路图 ☐ 熟悉工具操作方法、规范		
	6. 测量绝缘地垫绝缘电阻	测量值	标准值	判别
		Ω	Ω	☐ 正常 ☐ 异常

二、制定作业流程

1. 明确安全责任

必须设置专职监护人一名,由监护人监督维修,工作职责为监督维修的全过程,包括维修人员组成、工具使用、防护用品、备件安全保护、维修环境警示牌是否符合要求。禁止一切带有侥幸心理的危险操作,避免发生安全事故。

2. 小组分工

将全班同学分为 6 组:秦朝组、汉朝组、唐朝组、元朝组、宋朝组、明朝组。每组成员进行分工,分工人员类型如下,分工后,将分工信息填入实施工单。

- (1)主操作员:
- (2)记录人员:
- (3)安全人员:
- (4)副操作员:

3. 新能源汽车驱动电机拆卸、安装和检修流程图(图 13-4)

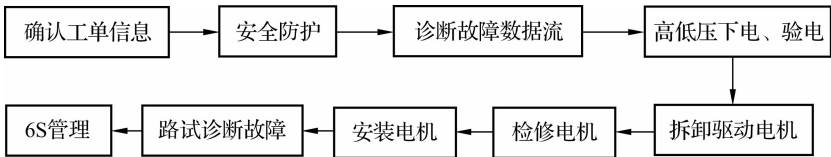
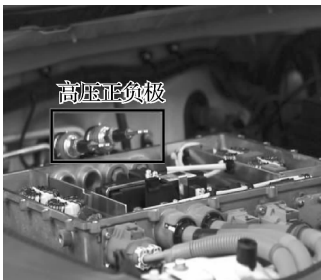
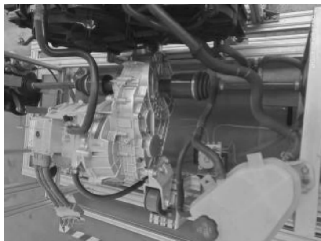


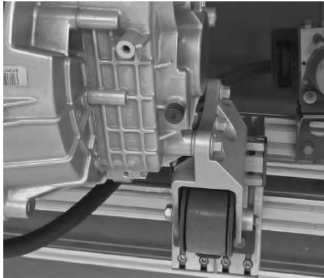
图 13-4 操作流程 2

三、任务实施:新能源汽车驱动电机拆卸、安装和检修(结合实训工单进行)

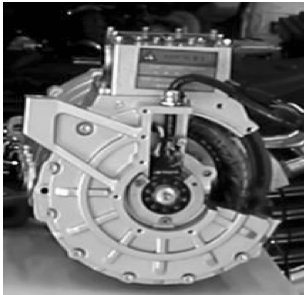
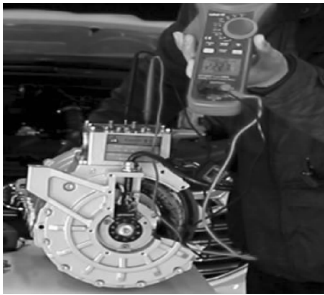
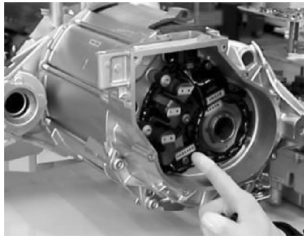
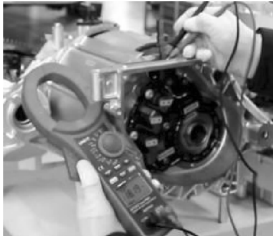
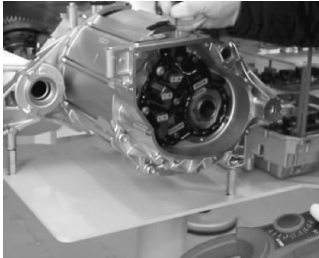
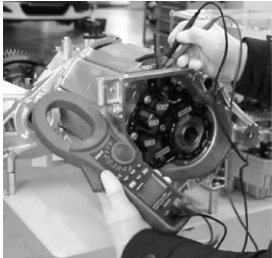
拆装新能源驱动电机,要在专业技术人员的指导下,并且严格按照相关车辆制造商的维修手册和安全操作规程进行操作。具体步骤可能因不同的车辆和电机类型而有所不同,以下以比亚迪 E5 车为例。

拆装准备及驱动电机故障码读取					
1. 接受工单任务,填写、 确认信息	实训工单 1 驱动电机的拆装				
	组员姓名	组长姓名	指导老师		
	分工	分工			
	实训场地	日期	成绩		
2. 高低压下电、验电(按 任务一实训工单 1“高低 压下电、验电、上电”步骤 进行),并将读取的故障 码、数据流信息记录在实 训工单上。如有故障码, 根据代码排除故障					
	驱动电机拆卸分离				
3. 确定拆装位置。定位 电机的位置,并确认附件 的布线和连接					
					
4. 拆除附件。拆除与电 机、电机控制器相连接的 附件:冷却管路(先排放 冷却液)、真空泵总成、压 缩机、固定支架、电缆连 接线和传感器等					

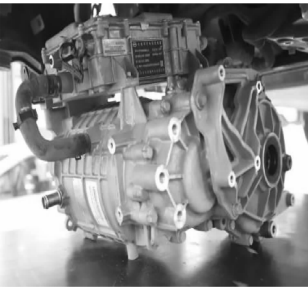
续表

5. 拆除固定螺栓。使用适当的工具和技术,拆除电机固定螺栓。注意不要损坏电机或相关零部件		
6. 拆除电机总成。小心地将电机总成从安装位置中取出。需要使用专用的吊装设备或工具车托举来确保安全		
相关视频	13-4 驱动电机附件拆卸——举升车辆	
	13-5-1 新能源汽车驱动电机拆卸安装——附件拆除	
	13-5-2 新能源汽车驱动电机拆卸安装——母线绝缘	
	13-5-3 新能源汽车驱动电机拆卸安装——驱动电机拆卸	
	13-6 驱动电机与车体分离	

续表

驱动电机主要部件检测			
7. 从电机总成上拆除变速器总成、控制器总成、半轴总成,清洁驱动电机			
8. 检查驱动电机外观。 ①检查并记录电机外观实际情况,有无明显的损坏或异常;②检查并记录电机铭牌信息;③转动手柄进行空转检查并记录。如有异常,进一步检测、维修			
9. 检查驱动电机冷却密封回路。①检查冷却密封回路;②安装(加气时不能漏气)冷却密封仪和堵头;③用压缩空气加压 200 kPa,保持 15 min 不下降,表明密封良好			
10. 测量绕组。①分别检测 U、V、W 三相端子对电机外壳绝缘电阻,应大于 20 MΩ;②分别检测 U、V、W 三相端子对温度传感器绝缘检测值应大于 20 MΩ;③ U-V-W 端子两两相测阻值应小于 1 Ω;④使用专用工具转动电机,测得 V-W、W-U、V-U 绕组间有电压			
11. 测量驱动电机温度传感器阻值。标准要求: 10~ 40 ℃ 温度下, 50. 04~212. 5 k Ω			
12. 测量旋变传感器绕组。标准要求: 正弦(12. 5± 2)Ω;余弦(12. 5±2)Ω ; 励磁(6. 5±2)Ω			

续表

相关视频	13-7 驱动电机外观检查	
	13-8 驱动电机结构组成	
	13-9 测量驱动电机 U-V-W 端子电阻、绝缘检测	
	13-10 检测驱动电机温度传感器	
	13-11 驱动电机温度过高故障原因	
	13-12 驱动电机定子故障	
驱动电机安装		
13. 安装电机控制器总成、差速器总成、半轴总成到电机上,组装成电机总成。将电机总成小心地安装回车架原来的位置,正确对齐后用固定螺栓紧固;连接附件冷却管路、电缆连接器和传感器		
14. 连接电源。安装维修开关,重新连接电池或主电源,确保电源连接正确且牢固		

续表

15. 安装低压蓄电池负极端子			
16. 检查上电情况:将车钥匙置于 ON 挡,行车电脑显示屏显示 READY,则上电完成			
17. 路试检查(如是在企业需进行)			
18. 6S 管理:升起驾驶员侧车窗玻璃,拆除翼子板布、格栅布、车内四件套,移去高压安全警示标识,整理现场,清洁工具,恢复工位			
相关视频	13-13 将驱动电机安装回车体		
19. 检测发现的问题及处理			
如果发现部件有损坏或已达到更换周期,将信息填入下表,并规范更换。			
序 号	问题描述	测试过程	解决方法

实训工单 2 驱动电机的拆装与检修

组长 (安全管理员)		记录员 (主操作员)		指导教师 (副操作员)	
实训场地		日期		成绩	
实训设备					
一、车间安全检查					
维护内容		完成情况		维护内容	
检查车辆、仪器电源是否关闭		☐ 是 ☐ 否		收起并整理防护四件套	
工具、仪器、清单齐全后归位		☐ 是 ☐ 否		做好作业现场清洁清扫	
				☐ 是 ☐ 否	
二、信息登记					
品牌		整车型号		VIN 码	
动力电池	型号:	额定容量:			
驱动电机	型号:	额定功率:			
行驶里程	km	电量 SOC:	%	故障信息	☐ 有 ☐ 无
三、作业前准备					
作业内容		操作步骤			
1. 防护用具检查		☐ 安全服穿戴 ☐ 检查护目镜 ☐ 绝缘手套是否完好 ☐ 检查绝缘鞋			
2. 作业前整车安全防护		☐ 规范着装 ☐ 铺设防护四件套 ☐ 放置安全警示牌 ☐ 放置车辆挡块			
3. 工具、仪表检测		☐ 万用表、绝缘检测仪是否正常 ☐ 故障诊断仪是否正常 ☐ 绝缘工具是否完好、齐全			
4. 做好工作前整理清洁工作		☐ 电机外部吹风清扫干净 ☐ 工具设备摆放整齐			
5. 熟悉技术资料及操作要领		☐ 熟悉该项目维修手册、电路图 ☐ 熟悉工具操作方法、规范			
6. 测量绝缘地垫绝缘电阻		测量值		标准值	
		_____ Ω		_____ Ω	
				☐ 正常 ☐ 异常	



续表

四、驱动电机的更换		
1. 拆装前常规检查		
作业步骤	作业内容	完成与否
外观检查	1. 目测驱动电机外壳是否有破损:_____	☐ 是 ☐ 否
通电时电机运行情况	2. 电机空转,测出空载电流为_____ A、电压为_____ V,转速为_____ r/min。了解电机空载损耗	☐ 是 ☐ 否
	3. 检查电机各部位温度是否正常:_____; 4. 转动有无异响/振动异常:_____	☐ 是 ☐ 否
切断电源时电机情况	1. 测量电机绕组的验电电压为_____ V; 2. 是否需要放电操作:_____	☐ 是 ☐ 否
2. 驱动电机的拆卸		
作业步骤	作业内容	完成与否
拆卸前准备工作	1. 接受工单任务信息确认	☐ 是 ☐ 否
	2. 安全防护检查、举升车辆(个人防护、场地设备、车辆外观)	☐ 是 ☐ 否
	3. 读取故障码,记录数据流信息 故障码:_____ 数据流信息:_____	☐ 是 ☐ 否
	4. 下电-点火开关置 OFF 挡,拔掉维修开关,等待 5 min 以上	☐ 是 ☐ 否
	5. 断开辅助蓄电池,拆掉维修开关。使用万用表对驱动电机三相线验电,无电后拆卸插接器的固定螺栓,拔掉高压母线插接器	☐ 是 ☐ 否
拆卸过程	1. 松开散热器冷却液排放开关,排液,拆除进水管	☐ 是 ☐ 否
	2. 拆掉真空泵总成	☐ 是 ☐ 否
	3. 拆下压缩机、固定支架	☐ 是 ☐ 否
	4. 拆下驱动电机附件固定螺栓	☐ 是 ☐ 否
	5. 拆除电机总成	☐ 是 ☐ 否
	6. 从电机总成上拆除差速器总成、控制器总成、半轴总成,清洁驱动电机	☐ 是 ☐ 否
3. 驱动电机主要部件检测		
作业步骤	作业内容	完成与否
检查驱动电机外观	1. 检查并记录电机外观实际情况,有无明显的损坏或异常,并记录	☐ 是 ☐ 否
	2. 检查并记录电机铭牌信息	☐ 是 ☐ 否
	3. 转动手柄进行空转检查,有无异常并记录	☐ 是 ☐ 否
检查驱动电机冷却密封回路	1. 检查冷却密封回路	☐ 是 ☐ 否
	2. 安装(加气时不能漏气)冷却密封仪和堵头	☐ 是 ☐ 否
	3. 用压缩空气加压 200 kPa,保持 15 min 不下降,表明密封良好	☐ 是 ☐ 否



续表

作业步骤	作业内容	完成与否
测量定子绕组	1. 分别检测 U、V、W 三相端子对电机外壳绝缘电阻,要求大于 20 MΩ。实测: V-W: _____, V-U: _____, U-W: _____	☐ 是 ☐ 否
	2. 分别检测 U、V、W 三相端子对温度传感器绝缘电阻,标准:要求大于 20 MΩ。实测: V-W: _____, V-U: _____, U-W: _____	☐ 是 ☐ 否
	3. 检测 U-V-W 端子两两之间电阻,标准要求:小于 1Ω。实测: V-W: _____, V-U: _____, U-W: _____	☐ 是 ☐ 否
	4. 使用专用工具转动电机,测 V-W、W-U、V-U 绕组间有电压。实测: V-W: _____, V-U: _____, U-W: _____	☐ 是 ☐ 否
测量温度传感器	测量温度传感器阻值,标准要求:10~40 ℃温度下,50.04~212.5 kΩ。实测: _____	☐ 是 ☐ 否
测量旋变传感器	测量旋变传感器绕组阻值,标准要求:正弦(12.5±2)Ω;余弦(12.5±2)Ω;励磁(6.5±2)Ω。实测:正弦 _____ Ω;余弦 _____ Ω;励磁 _____ Ω	☐ 是 ☐ 否
4. 驱动电机的安装 以倒序步骤进行。		
作业步骤	作业内容	完成与否
安装过程	1. 组装电机总成:将差速器总成、控制器总成、半轴总成安装到电机(或更换的新电机)上	☐ 是 ☐ 否
	2. 将电机总成小心地安装回原来的位置,确保正确对齐	☐ 是 ☐ 否
	3. 使用固定螺栓紧固电机	☐ 是 ☐ 否
	4. 安装压缩机、固定支架	☐ 是 ☐ 否
	5. 安装真空泵总成	☐ 是 ☐ 否
	6. 安装冷却液排放管	☐ 是 ☐ 否
	7. 安装高压母线插接器,安装维修开关,安装辅助蓄电池负极端子	☐ 是 ☐ 否
	8. 上电:点火开关置 ON 挡,观察仪表板上 OK 灯是否点亮	☐ 是 ☐ 否
	9. 读取故障码,记录数据流信息,对比数据	☐ 是 ☐ 否
	10. 静态测试、动态(路试)测试	☐ 是 ☐ 否
	11. 工单任务信息确认签字	☐ 是 ☐ 否
	12. 6S 管理素质提升	☐ 是 ☐ 否
五、验收检查 学习中需要组长签字检验,企业中需要质检员对任务进行完工检验。		
检查内容		是否异常
1. 确认车辆维修部位部件安装是否到位		☐ 是 ☐ 否
2. 检查相关未维修部位是否正常		☐ 是 ☐ 否
3. 确认全车油、水、电部件是否补充到位		☐ 是 ☐ 否

续表

检查内容		是否异常			
4. 上电,检测故障码、数据流等数据是否正常		☐ 是 ☐ 否			
5. 确认正常,进行路试,检测车辆各工况性能是否恢复正常		☐ 是 ☐ 否			
6. 6S 管理(洗车作业还原车辆整洁度)		☐ 是 ☐ 否			
7. 交车检验		☐ 是 ☐ 否			
六、场地维护					
维护内容	完成情况	维护内容	完成情况		
检查车辆、仪器电源是否关闭	☐ 是 ☐ 否	收起并整理防护四件套	☐ 是 ☐ 否		
工具、仪器、清单齐全后归位	☐ 是 ☐ 否	做好作业现场清洁清扫	☐ 是 ☐ 否		
七、实操评价					
驱动电机的拆装考核评分表					
个人/ 小组评价	序号	评价类别	评价项目	个人/小组评价(星级)	备注
	1				
	2				
	3				
	4				
	个人/小组评价总分				
反思					
教师评价	序号	评价类别	评价项目	评分标准	各项得分
	教师评价总分				
教师总结 与改进	教师总结:				
	改进内容:				



项目小结

1. 通过实操训练,学生能规范安全地对汽车实施防护,并能安全地进行高低压的下电、验电操作。
2. 能规范安全地对驱动电机进行拆装,能进行主要项目的检修。



自我评价

一、选一选

1. 以下不属于个人安全防护用品的是()。
 - A. 绝缘鞋
 - B. 绝缘手套
 - C. 防护眼镜
 - D. 护腿板
2. 电动汽车动力来源于()。
 - A. 电动机
 - B. 发电机
 - C. 起动机
 - D. 发动机
3. 援救电气事故中受伤人员时,你应该放在第一位考虑的问题是()。
 - A. 受伤人员的安全
 - B. 自身的安全
 - C. 设备的安全
 - D. 电气事故的原因
4. 比亚迪 E5 车型中,以下不带高压互锁的零部件是()。
 - A. 高压电控总成
 - B. 动力电池包
 - C. 电动力总成
 - D. PTC
5. 将电力系统中某一点直接或经特殊设备与地作金属连接,称为()。
 - A. 工作接地
 - B. 保护接零
 - C. 保护接地
 - D. 工作接零
6. 蓄电池管理系统监视蓄电池的温度、()、荷电等状态。
 - A. 电压
 - B. 电阻
 - C. 电容
 - D. 电抗
7. 动力电池系统由动力电池模组、()、动力电池箱及辅助元器件组成。
 - A. 电池管理系统
 - B. 电池输入系统
 - C. 电池输出系统
 - D. 高压保险系统
8. 为保证电气检修工作的安全,判断设备有无带电应()。
 - A. 通过验电来确定设备有无带电
 - B. 以设备电压表有无指示为依据
 - C. 以设备指示灯为依据,绿灯表示设备未带电
 - D. 以设备已断开的信号为设备有无带电的依据
9. 研究表明,人体感知电流大约为()。
 - A. 1 mA
 - B. 2 mA
 - C. 5 mA
 - D. 10 mA
10. 为了便于维修,低压导线常用不同颜色来区分。其中,导线横截面积在() mm^2 以上的采用单色线,而横截面积在() mm^2 以下的采用双色线,搭铁线均采用黑色导线。
 - A. 4
 - B. 3
 - C. 2
 - D. 1



11. 测量驱动电机三相定子线圈电阻可用的仪器是()。
- A. 万用表 B. 绝缘电阻测试仪 C. 千分尺 D. 百分表
12. 驱动电机冷却系统中,为使散热器热量散发更充分,通常还在散热器后方设置()。
- A. 冷却水管 B. 冷却风扇 C. 冷却液泵 D. 膨胀罐
13. 当 A/C 开启或逆变器冷却液温()时,冷却液风扇开始工作。
- A. 高于 52℃ B. 低于 52℃ C. 高于 65℃ D. 低于 65℃
14. 市场新能源汽车采用的驱动电机类型比较多的是()。
- A. 永磁同步电机 B. 直流电机 C. 笼型电机 D. 交流异步电机
15. PWM 冷却风扇受()控制。
- A. BMS B. ETC C. FEB D. VCU

二、判一判

- ()新能源汽车的驱动电机需在各个转速下均能够产生转矩。
- ()驱动电机在一定的条件下同时也可以作为发电机发电。
- ()大多数电流传感器是驱动电机控制器总成内部的一部分,可以单独维修。
- ()动力蓄电池组进行充电时,应将驱动电机控制器断开。
- ()电机定子三相直流电阻差别较大,则说明电机可能有匝间短路。

三、答一答

- 驱动电机总成拆卸时为何要进行验电作业?
- 驱动电机拆卸作业流程有哪些?