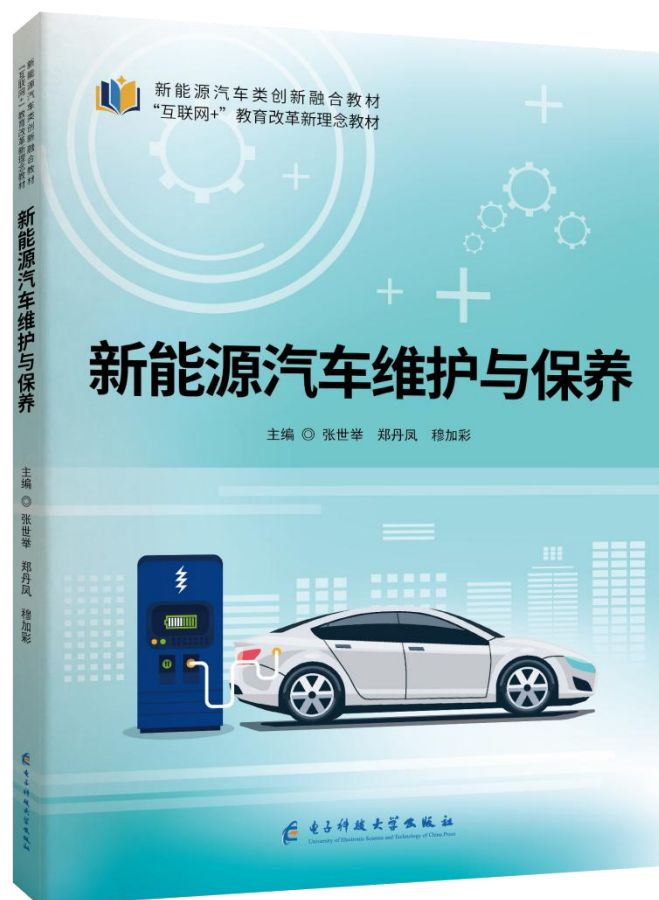


新能源汽车维护与保养



类目：新能源汽车类

书名：新能源汽车维护与保养

主编：张世举 郑丹凤 穆加彩

出版社：电子科技大学出版社

开本：大 16 开

书号：978-7-5770-2491-2

使用层次：通用

出版时间：2026 年 8 月

定价：49.80 元

印刷方式：双色

是否有资源：有

“互联网+”教育改革创新理念教材



新能源汽车类创新融合教材
“互联网+”教育改革创新理念教材

新能源汽车维护与保养

新能源汽车维护与保养

主编 © 张世举 郑丹凤 穆加彩

主编 © 张世举 郑丹凤 穆加彩

电子科技大学出版社

新能源汽车维护与保养

策划编辑：万晓桐
责任编辑：万晓桐
封面设计：康语书装



电子科技大学出版社
微信公众号



定价：49.80元



电子科技大学出版社
Electronic Science and Technology Press



新能源汽车类创新融合教材
“互联网+”教育改革创新理念教材

新能源汽车维护与保养

主 编 ◎ 张世举 郑丹凤 穆加彩
副主编 ◎ 刘小菲 赵金丹 张 旭
 潘炎春 曾凡柏 周国丰
 王健民 杨 敏 马兆宾
 于秀卫 王旭颖 陈 跃
 常军学



电子科技大学出版社
University of Electronic Science and Technology of China Press

· 成都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

新能源汽车维护与保养 / 张世举, 郑丹凤, 穆加彩

主编. -- 成都: 成都电子科大出版社, 2026. 8.

ISBN 978-7-5770-2491-2

I. U469.7

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 202691PN97 号

新能源汽车维护与保养

XINNENGYUAN QICHE WEIHU YU BAOYANG

张世举 郑丹凤 穆加彩 主编

策划编辑 万晓桐

责任编辑 万晓桐

责任校对 罗 雅

责任印制 梁 硕

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestcp.com.cn

服务电话 028-83203399

邮购电话 028-83201495

印 刷 三河市祥达印刷包装有限公司

成品尺寸 210mm × 285mm

印 张 14.5

字 数 413 千字

版 次 2026 年 8 月第 1 版

印 次 2026 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5770-2491-2

定 价 49.80 元

版权所有, 侵权必究



前言



在“双碳”目标深度推进与“十五五”规划对新能源汽车产业高质量发展的战略部署下，新能源汽车已成为我国汽车产业转型升级的核心引擎，市场渗透率持续攀升，公共领域用车全面电动化进程不断加速，产业发展迈入智能化、网联化、电动化深度融合的新阶段。与此同时，新能源汽车后市场对技术技能人才的需求持续激增，对人才的专业素养、实操能力和职业规范提出了更高标准，汽车产业的转型升级也为汽车后市场人才培养带来了新的机遇与挑战。

《新能源汽车维护与保养》以培养新能源汽车维护与保养岗位核心能力为目标，构建“理论认知—实操训练—素养培育”三位一体的内容体系，采用任务驱动模式编写，贴合职业教育“理实一体化”的教学特点，旨在为学习者搭建从知识到技能、从理论到实践的桥梁，使其系统地掌握新能源汽车维护与保养的核心知识、实操技能和安全作业规范。

全书共设置 7 个核心项目，内容覆盖新能源汽车安全防护、新能源汽车常规部件的维护与保养、新能源汽车充电系统与动力电池的维护、新能源汽车空调系统的维护、新能源汽车驱动电机及冷却系统的维护、新能源汽车底盘系统的维护、新能源汽车电气系统的维护等新能源汽车后市场核心工作领域，全面对接新能源汽车检测、维修、维护等岗位的工作需求。书中融入北汽新能源、比亚迪等主流车企的真实技术案例与实操标准，每个项目均设置项目导读、学习目标、思维导图、任务实施、项目小结、项目实训及思考练习等模块，逻辑清晰、层层递进；每个任务按照任务描述、任务分析、任务工作单、任务实施的步骤展开，配套作业计划、小组分工、工作记录、作业评分等实操工单，实现“教、学、做、评”一体化，让学习者在真实的工作场景中提升实操能力。

在编写过程中，本书始终坚持行业特色化、实用性与先进性相统一，具体如下。

1. 紧扣产业政策与岗位需求

将“十五五”规划产业发展要求、最新行业标准与职业规范融入课程内容编写，实现课程内容

与岗位能力的深度衔接。

2. 创新体例架构与呈现形式

融合“互联网+职业教育”思维，打造立体化教材内容，助力教学模式创新。

3. 深化校企协同育人

将企业真实工作流程、技术标准和岗位素养要求融入教材，注重职业技能与工匠精神的双重培育。

4. 坚持德技并修、全面发展

将安全意识、责任担当、规范操作等思政元素与职业素养融入教学全过程，构建知识、能力、素质“三位一体”的评价体系，促进学习者全面发展。

本书内容系统全面、实操性强，既可作为开设新能源汽车相关专业核心教材，也可作为新能源汽车生产、维修企业的技术培训用书，还可供从事新能源汽车检测、维修、维护等工作的技术人员学习参考。

在本书的编写过程中，编者参考了大量国内外新能源汽车产业的政策文件、行业标准和技术资料，借鉴了北汽新能源、比亚迪等企业的技术经验，在此一并表示衷心的感谢！

由于新能源汽车技术发展日新月异，加之编写水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者批评指正，以便我们后续不断修订完善。



目 录

CONTENTS

01

项目 1

新能源汽车安全防护 / 1

项目导读 / 1

学习目标 / 1

思维导图 / 2

任务 1.1 用电安全防护与安全生产 / 2

任务 1.2 维修检测设备安全使用 / 13

任务 1.3 高压用电作业安全规范 / 22

项目小结 / 31

项目实训 / 32

思考练习 / 32

02

项目 2

新能源汽车常规部件的维护与保养 / 34

项目导读 / 34

学习目标 / 34

思维导图 / 35

任务 2.1 新能源汽车维护与保养的工具 / 35

任务 2.2 新能源汽车常规部件的维护与保养 / 47

项目小结 / 56

项目实训 / 57

思考练习 / 60



03

项目 3

新能源汽车充电系统与动力电池的维护 / 61

项目导读 / 61

学习目标 / 61

思维导图 / 62

任务 3.1 充电桩 / 62

任务 3.2 车载充电机 / 70

任务 3.3 车辆充电接口 / 75

任务 3.4 车载充电系统 / 81

任务 3.5 动力电池系统 / 86

项目小结 / 91

项目实训 / 92

思考练习 / 93

04

项目 4

新能源汽车空调系统的维护 / 95

项目导读 / 95

学习目标 / 95

思维导图 / 96

任务 4.1 空调系统认知 / 96

任务 4.2 空调维护保养 / 103

项目小结 / 111

项目实训 / 112

思考练习 / 112



05

项目 5

新能源汽车驱动电机及冷却系统的维护 / 114

项目导读 / 114

学习目标 / 114

思维导图 / 115

任务 5.1 驱动电机系统的维护与保养 / 115

任务 5.2 冷却系统的维护与保养 / 122

项目小结 / 129

项目实训 / 129

思考练习 / 130

06

项目 6

新能源汽车底盘系统的维护 / 132

项目导读 / 132

学习目标 / 132

思维导图 / 133

任务 6.1 电动汽车底盘的常规检查 / 134

任务 6.2 转向系统维护与保养 / 139

任务 6.3 制动系统维护与保养 / 145

任务 6.4 行驶系统维护与保养 / 155

任务 6.5 自动变速器的维护与保养 / 165

项目小结 / 180

项目实训 / 180

思考练习 / 185



07

项目 7

新能源汽车电气系统的维护 / 187

项目导读 / 187

学习目标 / 187

思维导图 / 188

任务 7.1 LED 大灯的维护与检修 / 188

任务 7.2 后雾灯与维护与检修 / 197

任务 7.3 危险报警闪光灯的维护与检修 / 204

任务 7.4 倒车灯的维护与检修 / 211

项目小结 / 218

项目实训 / 218

思考练习 / 221

参考文献 / 223



项目 1

新能源汽车安全防护

项目导读

新能源汽车安全防护是保障车辆运维与驾乘人员安全的核心前提，集成了高压用电防护、设备安全使用、作业规范执行等关键内容，涵盖电气、机械、安全工程等多个学科领域，是集理论认知、工具实操、流程规范于一体的基础性工程。随着新能源汽车电压等级的提升和技术的迭代，高压系统的安全性、防护设备的专业性和作业流程的规范性成为安全防护的核心要点。从高压作业场地的合规搭建到绝缘防护工具的正确使用，从高压系统的规范下电到触电事故的应急处置，安全防护贯穿新能源汽车维护全流程，为车辆高压部件检修、常规保养等作业提供安全保障，是新能源汽车运维工作的首要准则和基础支撑。

学习目标

知识目标

1. 掌握安全用电核心原理、触电机理及电气火灾扑救方法。
2. 熟悉高压作业防护用具类型、使用规范及维护要求。
3. 掌握高压系统下电流程、高压部件识别及安全作业规范。
4. 了解高压维护工位设置标准及操作人员资质要求。

能力目标

1. 能正确选用绝缘防护工具，规范开展高压下电操作。
2. 能识别高压部件及警示标识，排查用电安全隐患。
3. 能按规定进行绝缘电阻检测及电气火灾应急处置。

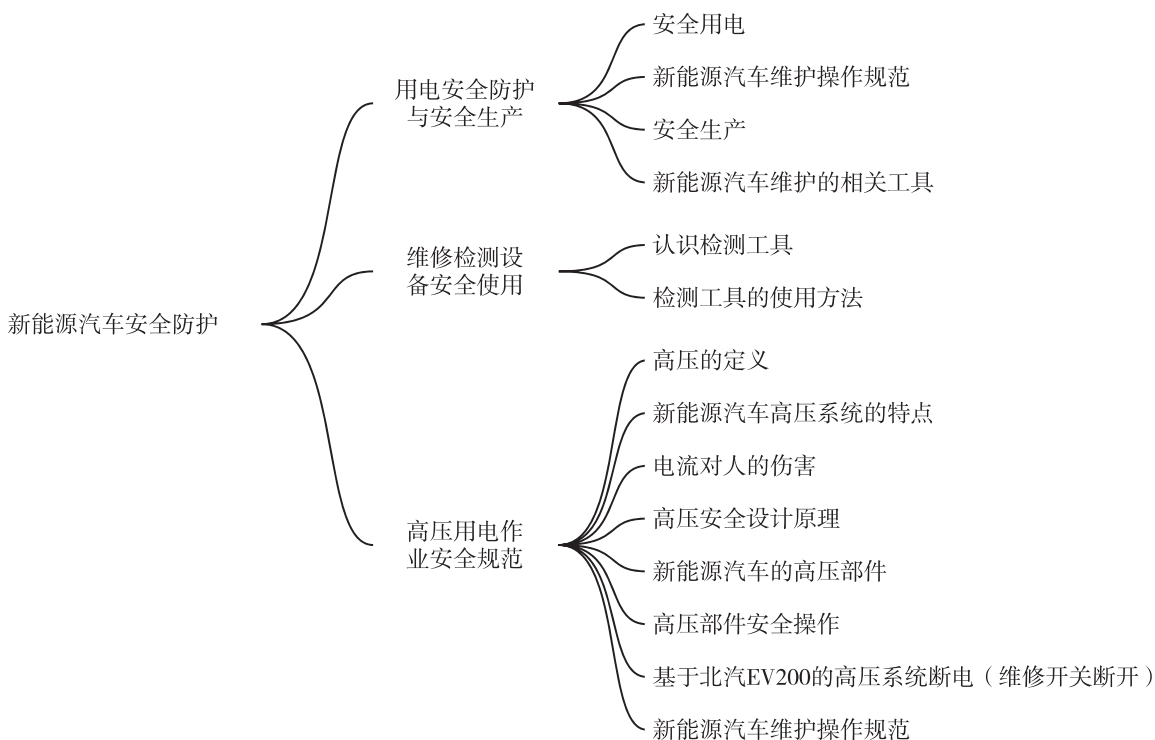
素质目标

1. 培养严谨细致的作业习惯，强化高压作业风险防控意识。
2. 树立安全操作理念，严格遵循新能源汽车维护安全规范。

思政目标

1. 坚守安全底线，敬畏规则制度，杜绝因违规操作引发的安全事故。
2. 秉持责任担当，将人员安全与设备安全贯穿作业全过程。

思维导图



任务 1.1 用电安全防护与安全生产

任务描述

某维修店承接新能源汽车高压系统维护业务前，需搭建合规的高压作业场地并准备齐全防护用品。在检查时，发现作业区域未设置隔离警示标识，未铺设绝缘垫、绝缘手套、绝缘鞋等防护用品未按要求检查，消防设备配置不全且过期。现需按规范完成高压作业场地布置、防护用品准备及人员培训，确保满足新能源汽车高压维护的安全要求。



任务分析

高压作业安全防护的核心是避免人员触电、防范电气火灾，需从场地、工具、人员三方面落实。本任务需先划分高压作业区域并设置警示标识，铺设绝缘垫，配置有效消防设备；再检查绝缘手套、绝缘鞋、绝缘工具等防护用品的完好性；最后开展人员安全培训，明确高压作业规范及应急救援流程，通过全方位准备消除高压作业安全隐患。

任务工作单

1. 制订计划

根据新能源汽车维护作业对场地和工具的要求，制订新能源汽车场地及维护工具准备作业计划，见表 1-1-1 所列。

表 1-1-1 新能源汽车场地及维护工具准备作业计划表

序号	作业项目	操作要点
计划审核	审核意见： 签字： 年 月 日	

2. 小组分工

根据任务计划完成小组分工，见表 1-1-2 所列。

表 1-1-2 小组分工

主要操作人员		记录人员	
协助操作人员		审核人员	
仪器设备、工具、材料			
序号	名称	数量	是否清点
1			是□ 否□
2			是□ 否□

续表

3			是□ 否□
4			是□ 否□
5			是□ 否□
6			是□ 否□
7			是□ 否□
8			是□ 否□
9			是□ 否□
10			是□ 否□

3. 工作记录

按实际操作过程，将实施内容、遇到的问题及解决办法等记录于表 1-1-3 中。

表 1-1-3 工作实施过程记录表

序号	实施内容	遇到的问题及解决办法	结果

4. 作业评分表

新能源汽车维护场地及防护用品准备作业评分表见表 1-1-4 所列。

表 1-1-4 新能源汽车维护场地及防护用品准备作业评分表

项目	评分标准	分值 / 分	得分 / 分
任务导入	明确高压作业场地及工具准备的核心目标，理解安全防护的重要性	5	
知识要点	掌握新能源汽车高压维护场地的环境、接地、隔离等要求	10	
	熟悉高压防护用品及维修工具的类型、性能及检查标准	10	
任务计划	作业计划逻辑清晰，覆盖场地布置、工具准备、人员培训等关键环节	10	
	能合理分配小组职责，确保操作、记录、审核等工作分工明确	5	
	提前清点工具器材，确保无遗漏、无规格不符等情况	5	
任务实施	高压作业区域划分合理，警示标识设置规范、醒目	6	
	绝缘垫、接地装置等防护设施布置到位，符合安全标准	6	
	绝缘手套、绝缘鞋等防护用品检查细致，穿戴规范	6	
	消防设备配置齐全，在有效期内且放置位置合理	6	
	高压维修工具性能完好，无绝缘破损情况	10	
	人员培训交底全面，作业人员掌握应急救援流程	6	



续表

项目	评分标准	分值 / 分	得分 / 分
任务检查	能对照安全标准逐项验收, 及时发现并整改场地或工具的安全隐患	5	
任务评价	能客观总结作业过程中的优势与不足, 提出改进措施	5	
	能梳理高压场地及工具准备的核心安全要点	5	
得分 (满分 100) / 分			

任务实施

1.1.1 安全用电

1. 电的三个要素

(1) 电流 I 。

导体中的带电粒子的定向运动就是电流, 电磁学上把单位时间里通过导体任一横截面的电荷量叫作电流强度, 简称“电流”, 通常人们把电荷有规律的运动叫作电流。

(2) 电压 U 。

衡量单位电荷在静电场中由于电势不同产生的能量差的物理量, 指静电场或电路中两点之间的电位差, 其等于单位正电荷在电场力的作用下, 从一点移动到另一点所做的功。

(3) 电阻 R 。

电流通过导体时, 由于各种导体中存在电阻, 一方面允许电流通过, 另一方面又阻碍电流的通过, 这种阻力叫作导体的电阻。

2. 电流、电压和电阻的关系

电流、电压和电阻满足欧姆定律。

$$U=IR$$

式中: U ——电压 (V);

R ——电阻 (Ω);

I ——电流 (A)。

根据欧姆定律, 电流、电压和电阻间存在以下关系。

(1) 增大电压可以增大电流。

(2) 减小电阻可以增大电流。

这种关系可归纳如下: 电流与电压成正比, 与电阻成反比。

3. 直流电和交流电

方向保持不变的电流叫作直流电, 方向随时间作周期变化的电流叫交流电。

(1) 直流电 (DC)。

这一类型的电流以恒定方向流动, 从正极到负极, 如汽车蓄电池或干电池就提供直流电, 如图 1-1-1 所示。

(2) 交流电 (AC)。

这一类型的电流按一定的时间间隔改变方向。家庭用电及工业用电一般都是交流电，如图 1-1-2 所示。

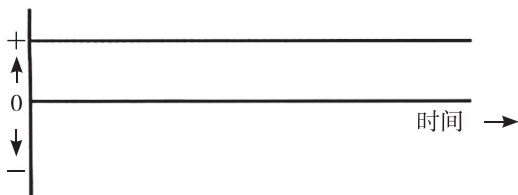


图 1-1-1 直流电

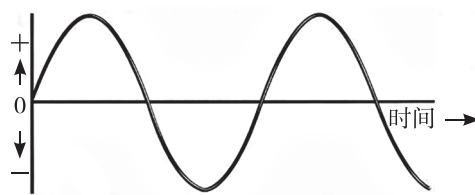


图 1-1-2 交流电

4. 低压电与高压电的区分标准

电压的高、中、低等级的划分较为复杂，不仅在不同应用场合可能存在差异，而且交流电和直流电的等级划分也有所不同。例如，在电气工程中，220 V 和 380 V 都属于低压，而在安全用电方面，220 V 和 380 V 则都属于高压。我国规定的安全电压分为三个等级：在特别危险的场所为 12 V，在高度危险的场所为 36 V，在无高度危险的场所为 42 V。

5. 安全电压

安全电压是指人体不穿戴任何防护设备时，触及带电体不会受电击或电伤所对应的电压。人体触电的本质是电流通过人体产生有害效应，触电的条件是人体两部分同时接触了带电体，而且两个带电体之间存在电位差。

6. 触电机理

电流对人体的危害性跟电流的大小及通电时间的长短等因素有关。当通过人体的电流为 20 mA 时，人体就很难摆脱带电体；当通过人体的电流达到 50 mA 时，对人体将产生危害；当通过人体的电流达到 100 mA 时，短时间内人就会死亡。

根据电流的大小，将其分为三个等级（图 1-1-3）：感觉电流，摆脱电流，室颤电流。

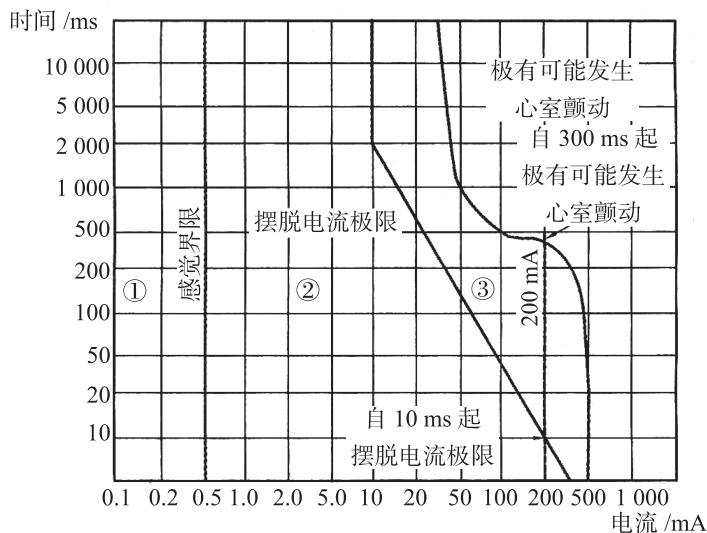


图 1-1-3 人体通过电流反应值



7. 高电压对人体的伤害

(1) 人体安全电压。

通常,当人体接触到 25 V 以上的交流电或 60 V 以上的直流电时,就有可能发生触电事故。人体的触电并不是指人体接触到了过高的电压,而是因为过高的电压通过人体这个电阻后,会在人体中形成电流,从而导致对人体的伤害。因此,伤害人体的不是电压,而是电流,如图 1-1-4 和图 1-1-5 所示。

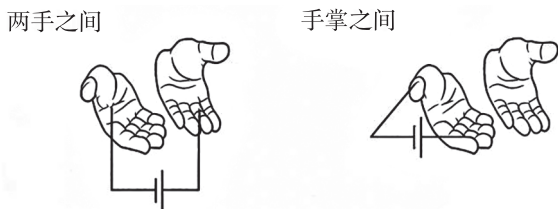


图 1-1-4 直接回路

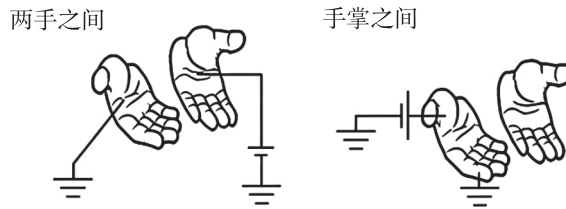


图 1-1-5 间接回路

在电网中,一般认为 36 V 是人体的安全电压。实际上在高电压的新能源汽车中,这个电压值并不完全准确,主要原因是:一方面,人体的电阻会存在个体的差异性,例如,身形的胖瘦不同,性别不同,其电阻值都会不同,如图 1-1-6 所示;另一方面,人所处的工作环境也会导致人体的电阻值发生变化,例如,在潮湿的夏天和干燥的冬天,人体表现的电阻就不一样,环境越潮湿,人体的电阻就会越小。此外,还需要注意的是,每个人对电流流过身体的反应也不一样,有一部分人可能能够承受更大的电流。因此,目前国际上对在潮湿环境下安全电压通常的认知是直流 60 V 以下、交流 25 V 以下。

电流路径	人体电阻 / Ω
手 - 手	1 000
手 - 脚	
手 - 脚	750
手 - 脚	500
手 - 胸	450
手 - 胸	230
手 - 臂部	300

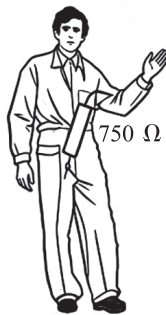


图 1-1-6 人体基本电阻值

(2) 电流。

能够最终对人体产生伤害的是电流,电流对人体的伤害有三种形式:电击、电伤和电磁场伤害。

①电击是指电流通过人体,破坏人的心脏、肺及神经系统的正常功能。

②电伤是指电流的热效应、化学效应和机械效应对人体的伤害,主要指电弧烧伤、熔化金属溅出所造成的烫伤等。

③电磁场生理伤害是指在高频磁场的作用下,人会出现头晕、乏力、记忆力减退、失眠、多梦等神经系统的症状。

一般认为，电流通过人体的心脏、肺部和中枢神经系统的危险性较大，特别是电流通过心脏时，危险性最大。所以，从手到脚的电流路径最为危险，因为沿该条路径有较多的电流通过心脏、肺部等重要器官；其次危险的是从一只手到另一只手的电流路径，如图 1-1-7 所示。

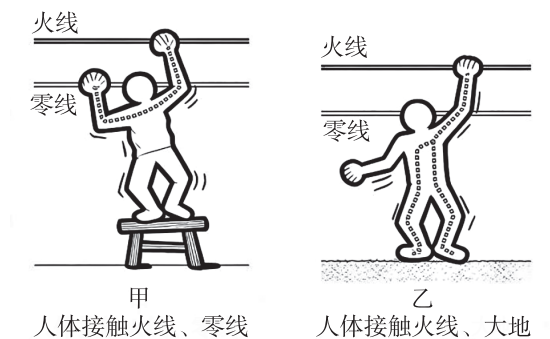


图 1-1-7 最危险的触电形式

此外，触电还容易因剧烈痉挛而摔倒，导致电流通过全身并造成摔伤、坠落等二次事故，这也是极其危险的。

(3) 电伤现象。

- ①电烧伤。
- ②电流灼伤。
- ③电弧烧伤。

(4) 触电急救的方式。

- ①立即切断电源。
- ②紧急救护。

8. 电气火灾原因

(1) 过载。

所谓过载，是指电气设备或导线的功率和电流超过了其额定值。造成过载的原因有以下几个方面。

- ①设计、安装时选型不正确，使电气设备的额定容量小于实际负载容量。
- ②设备或导线随意装接，使其增加负荷，造成超载运行。
- ③检修、维护不及时，使设备或导线长期处于异常运行状态。

(2) 短路造成的电弧和火花。

- (3) 接触不良。
- (4) 烘烤。
- (5) 摩擦。
- (6) 静电放电。

9. 扑灭电气火灾的方法

(1) 窒息灭火法。



- (2) 冷却灭火法。
- (3) 隔离灭火法。
- (4) 抑制灭火法。

10. 常用灭火器（图 1-1-8）

- (1) 二氧化碳灭火器。
- (2) 干粉灭火器。
- (3) 泡沫灭火器。
- (4) 其他。



图 1-1-8 常用的灭火器

素养之窗

新能源汽车高压维护的核心是安全第一，维修人员需具备严谨的风险预判意识，严格遵守绝缘防护流程，不抱有侥幸心理。每一次对工具进行绝缘检查、每一步断电放电操作，都是对自身和他人安全的负责，体现专业从业者的底线思维。

1.1.2 新能源汽车维护操作规范

1. 基本规范

新能源汽车在维护保养时，固定或脱掉宽松衣物，摘除戒指、手表等饰物，并佩戴防护眼镜。金属饰物接触带电零部件会导致触电或者灼伤。

禁止随意拆卸、移动、更换高压部件、线束及接插件，否则可能会导致严重烧伤或触电，造成人员伤亡。

禁止进入仅由千斤顶支撑的车底。如果需要进入车底操作，必须使用安全支架。

无论因何种原因举升或支撑驱动电机，都禁止将千斤顶支撑在任何钣金件或管路下方，以任何不正确的方式举升驱动电机都可能导致部件损坏或人身伤害。

在打开部件的保护性壳体之前，先将其搭铁，禁止将固态部件放在金属工作台上或者电视机、收音机及其他电气设备的顶部。

2. 仪器设备检测规范

禁止将测试设备（例如，数字式万用表等）的探针插入线束插接器或熔丝盒端子中，测试探针的直径较大，会使大多数端子变形，端子变形后会接触不良，从而导致系统故障。务必使用专用工具，从前部探测端子，禁止用回形针或其他替代物去检测端子。

3. 维护操作人员应遵循的规范

维护人员操作高压系统前必须遵循以下规范。

- (1) 穿好绝缘防护服，穿好绝缘鞋，戴好防护眼镜。



- (2) 戴好绝缘手套，根据工作情况选择相应的防高压电工手套或防电池电解液的耐酸碱手套。
- (3) 绝缘工具使用前必须检查，保证其无破损、破洞和裂纹，内外表面清洁、干燥，禁止带水操作，以确保安全。
- (4) 高压系统下电（断开直流母线或断开手动维修开关）后，需要等待 5 min 以上，使电机控制器、充电机等内部有电容元件的部件充分放电。
- (5) 在车辆上电前，注意确认是否有人在进高压维修操作，避免发生危险。

4. 高压系统检查应符合规范

- (1) 在检修高压系统时，断开启动开关电源并将钥匙交由专职监护人员保管，脱开动力电池负极电缆并断开直流母线，确保在维修过程中不会有人将其重新连接。
- (2) 在检修高压线时，对拆下的任何裸露的高压部位，应立刻用绝缘胶带包扎。
- (3) 在安装高压线时，必须按照车身固定孔位要求将线束固定好。
- (4) 禁止用手指触摸高压线束插接器里的带电部分以免触电，另外应防止细小的金属工具或铁条等物体接触到插接器中的带电部分。

5. 动力电池检修规范

- (1) 在检修动力电池时，为了防止电解液泄漏造成人员伤害，维修人员必须佩戴耐酸性手套和防护眼镜，以防止电解液腐蚀皮肤和溅入眼中。
- (2) 断开直流母线只是切断了从动力电池到高压用电设备的电源，动力电池仍然是有电的。
- (3) 当需要检修动力电池时，应使用绝缘胶带包好裸露出的高压部件，以避免触电。
- (4) 搬运动力电池至动力电池维修专业工作台时，应用动力电池专用吊架，严禁直接用手抬动力电池。

■ 小 | 提 | 示 |

在拆卸高压接插件时，应先确认锁止机构完全解锁，避免暴力插拔导致端子损坏。在操作完成后，需检查接插件是否牢固锁止，防止行驶中脱落引发故障。

1.1.3 安全生产

1. 高压维护工位的要求

- (1) 维修作业前设置好安全隔离警告。
- (2) 保持维修工位干净整洁、干燥通风。
- (3) 周边不得有易燃物品及与工作无关的金属物品。
- (4) 维修工位上必须配有防护用品。
- (5) 无关人员不得进入维修场地。
- (6) 垫好绝缘垫，防止对地触电。



2. 操作人员要求

- (1) 操作人员上岗时不得佩戴金属饰物，工作服衣袋内不得有金属物件。
- (2) 操作人员必须佩戴必要的防护装备。
- (3) 严禁非专业人员对高压部件进行拆装。
- (4) 操作人员必须经过高低压电工安全培训，并持有应急管理部（原国家安全生产监督管理总局）颁发的特种作业操作证（电工证）。

素养之窗

高压维护工位的标准化管理的背后，是维修人员的责任担当。维修人员保持工位整洁、杜绝无关人员进入、规范存放工具，既是保障作业安全的必要条件，也是职业素养的集中展现，需将安全规范内化为职业本能。

1.1.4 新能源汽车维护的相关工具

1. 维修工具（即高压电池维修工具）

- (1) 动力电池举升车：用于拆装动力电池的工具，可以托举动力电池，如图 1-1-9 所示。
- (2) 手动堆高车：用于装卸转运动力电池，如图 1-1-10 所示。



图 1-1-9 动力电池举升车



图 1-1-10 手动堆高车

- (3) 动力电池工作台。

2. 高压防护工具

- (1) 绝缘垫。

绝缘垫是具有较大的电阻率和耐电击穿的橡胶垫，在电动汽车维护时铺在地面上，可以起到绝缘的作用，尤其是在湿度大或者地面潮湿的雨季时，绝缘垫的作用将更加重要。

- (2) 放电工装。

新能源汽车上有许多大电容，断电后电容中储存的电能量尚未完全释放，此时进行高压操作有触电危险，需要使用放电工装放电后才能进行操作。

（3）绝缘手套。

绝缘手套由天然橡胶制成，起到保护人体的作用，具有防水、防电、防油、耐化学品、耐酸碱等功能，如图 1-1-11 所示。绝缘手套是操作高压电气设备时重要的绝缘防护装备，每使用 6 个月必须进行预防性试验，每次使用前均需按照如图 1-1-12 所示的方法检查。

当手套变脏时，要用肥皂和水温不超过 65℃ 的清水冲洗，彻底干燥后涂上滑石粉。洗后如发现仍然黏附有焦油或油漆等物质，应立即用适量清洁剂清洗此部位，并将清洁剂冲洗干净。



图 1-1-11 绝缘手套

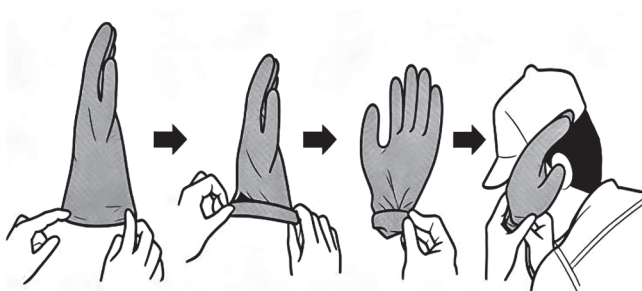


图 1-1-12 绝缘手套检查流程

（4）皮手套。

在拆除及安装高压部件时应使用皮手套，且应套在绝缘手套的外面，起到保护绝缘手套的作用，如图 1-1-13 所示。

（5）绝缘头盔。

电动汽车处于举升状态，进行维护时应使用绝缘头盔，如图 1-1-14 所示。佩戴绝缘头盔前应检查有无开裂或者损伤，有无明显变形，下颚带是否完好、牢固；在佩戴时应系好，并适当调整下颚带。



图 1-1-13 皮手套



图 1-1-14 绝缘头盔

（6）防护眼镜。

检查和维护电动汽车时需要佩戴防护眼镜，如图 1-1-15 所示。防护眼镜的主要作用是防止电弧伤眼。防护眼镜使用前应检查是否有裂痕、损坏。

（7）绝缘鞋。

绝缘鞋是在高压操作时使人与大地绝缘的防护用品，一般在较为潮湿的场地使用，如图 1-1-16 所示。穿戴绝缘鞋前须检查鞋面是否有磨损、鞋面是否干燥、鞋底是否断裂。绝缘鞋应放在干燥通风的地方保存，禁止随意摆放，避免接触高温、尖锐物品和酸、碱、油类物品。



图 1-1-15 防护眼镜



图 1-1-16 绝缘鞋

(8) 绝缘服。

绝缘服(图 1-1-17)的主要作用是在高压操作时对维修人员的身体进行保护。

(9) 绝缘维修工具。

绝缘维修工具与传统维修工具相比,增加了抗高压的绝缘层,从而能够保证维修人员的人身安全,如图 1-1-18 所示。



图 1-1-17 绝缘服



图 1-1-18 绝缘维修工具

任务 1.2 维修检测设备安全使用

任务描述

维修人员在检测新能源汽车高压系统时,发现无法准确使用绝缘测试仪、数字电流钳等专用设备,故障诊断仪读取动力电池数据流时出现通信失败,红外测温仪测量电机温度数据偏差较大。经检查,部分设备未校准,操作人员不熟悉设备操作规范,仪器连接线存在破损。现需按要求完成检测设备的检查、校准与操作培训,确保设备正常使用及检测数据准确。

任务分析

新能源汽车高压检测设备的精度和绝缘性能直接影响检测结果与人员安全，常用设备包括故障诊断仪、绝缘测试仪、电流钳等。本任务需先检查设备外观及连接线完好性，对绝缘测试仪、万用表等进行校准；再针对不同设备开展操作培训，明确量程选择、连接方式及操作禁忌；最后通过实际检测验证设备性能，确保故障码读取、绝缘电阻测量、电流检测等功能正常。

任务工作单

1. 制订计划

根据新能源汽车维护作业对检测设备工具的要求，制订新能源检测设备的准备作业计划，见表 1-2-1 所列。

表 1-2-1 新能源检测设备的准备作业计划表

序号	作业项目	操作要点
计划审核	审核意见： 签字： 年 月 日	

2. 小组分工

根据任务计划完成小组分工，见表 1-2-2 所列。

表 1-2-2 小组分工表

主要操作人员		记录人员	
协助操作人员		审核人员	
仪器设备、工具、材料			
序号	名称	数量	是否清点
1			是□ 否□
2			是□ 否□



续表

3			是□ 否□
4			是□ 否□
5			是□ 否□
6			是□ 否□
7			是□ 否□
8			是□ 否□
9			是□ 否□
10			是□ 否□

3. 工作记录

按实际操作过程，将实施内容、遇到的问题及解决办法等记录于表 1-2-3 中。

表 1-2-3 工作实施过程记录表

序号	实施内容	遇到的问题及解决办法	结果

4. 作业评分表

检测设备的准备和使用作业评分见表 1-2-4 所列。

表 1-2-4 检测设备的准备和使用作业评分表

项目	评分标准	分值 / 分	得分 / 分
任务导入	明确工作任务，理解任务在工作中的重要程度	5	
知识要点	掌握新能源汽车高压检测对设备的精度、绝缘等要求	10	
	熟悉各类检测设备的功能、适用场景及操作禁忌	10	
任务计划	作业计划覆盖设备检查、校准、培训等关键环节，逻辑严谨	10	
	能合理分配小组职责，确保设备操作、数据记录、质量审核等分工明确	5	
	提前清点设备及配件，确保无遗漏、无兼容性问题	10	
任务实施	故障诊断仪连接正确，能正常读取 / 清除故障码、读取数据流	5	
	绝缘测试仪检查细致，量程选择合理，操作步骤规范	6	
	绝缘测试仪测量数据准确，符合高压部件绝缘标准	10	
	数字电流钳钳口闭合良好，测量方法正确，读数精准	5	
	数字电流钳能准确检测高压线路电流，无安全隐患	10	

续表

项目	评分标准	分值 / 分	得分 / 分
任务检查	设备使用过程规范, 无违规操作, 检测数据真实完整	10	
任务评价	能客观总结设备操作中的优势与不足, 提出优化建议	2	
	能梳理检测设备安全使用的核心要点	2	
得分 (满分 100) / 分			

任务实施

1.2.1 认识检测工具

1. 故障诊断仪

故障诊断仪是用于检测汽车故障的便携式设备, 如图 1-2-1 所示。用户可以利用它迅速地诊断汽车电控系统中的故障, 并通过液晶显示屏显示的故障信息, 迅速查明发生故障的部位及原因。



图 1-2-1 某品牌故障诊断仪

2. 绝缘电阻表

绝缘电阻是衡量电动汽车电气绝缘性能好坏的重要参数。高压线绝缘介质老化或者受潮, 会导致高压电路和车辆底盘之间的绝缘性能下降, 高压引线通过绝缘层和底盘构成漏电电流回路, 使底盘电位上升, 危及乘客的人身安全。为了消除高压电对车辆和驾乘人员的潜在威胁, 保证电动汽车电气系统安全, 在汽车维护时需要使用绝缘电阻表检测高压系统的绝缘电阻。

绝缘电阻表主要分为高性能数字绝缘测试仪和兆欧级电阻表。

高性能数字绝缘测试仪是一种由电池供电的绝缘测试仪, 如图 1-2-2 所示。它可以测试交流电压、直流电压、搭铁耦合电阻和绝缘电阻。

兆欧级电阻表俗称“摇表”, 如图 1-2-3 所示, 是用来测量大电阻和绝缘电阻的检测仪器, 由于计量单位是兆欧, 所以被称为兆欧级电阻表。



图 1-2-2 高性能数字绝缘测试仪

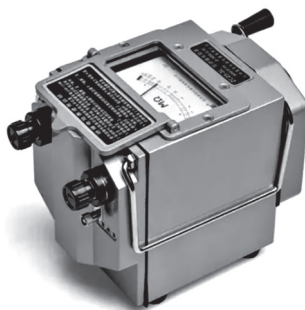


图 1-2-3 兆欧级电阻表

3. 数字电流钳

数字电流钳可以在不断电的情况下测量电气线路的电流, 专门用于检测大电流交流电, 由于其



工作部分呈钳状，所以被称为数字电流钳，如图 1-2-4 所示。

4. 示波器

示波器可以将看不见的电信号转变成看得见的波形曲线，检测人员可以通过观察波形的频率、波峰、波谷、波长等要素来判断电路的状态，如图 1-2-5 所示。



图 1-2-4 数字电流钳

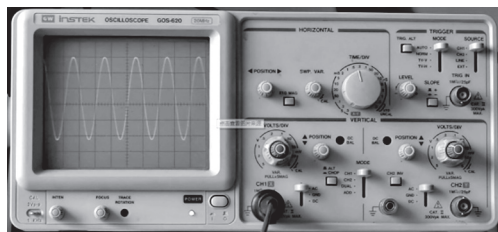


图 1-2-5 示波器

5. 数字万用表

数字万用表是一种多功能测量仪器，如图 1-2-6 所示，可以用来检测电流、电压、电阻以及电路的通断等。

6. 红外测温仪

温度异常往往是电气或机械设备发生故障的早期征兆。电气设备过热往往意味着短路、熔丝烧毁或过载。红外测温仪就是一种可以进行非接触式测温的仪器，如图 1-2-7 所示。



图 1-2-6 数字万用表



图 1-2-7 红外测温仪

1.2.2 检测工具的使用方法

1. 数字电流钳的使用方法

在电动汽车维修与诊断时，经常会需要测量导线中的电流。由于驱动系统的导线（如逆变器与电机之间）存在较大的交变电流，需要使用数字电流钳进行间接测量。

数字电流钳的工作部分主要由一个电流表和穿心式电流互感器组成。穿心式电流互感器的铁芯被制成活动开口，且成钳形，故又名“钳形电流表”。它是一种无须断开电路就可测量电路中交流电流的便携式仪表。

在测量电流时，可以按照以下步骤进行。

(1) 估算电流大小, 选择正确挡位与电流类型。例如, 如果需要测量三相电机的某一相电流, 如图 1-2-8 所示, 则选择交流电流挡。

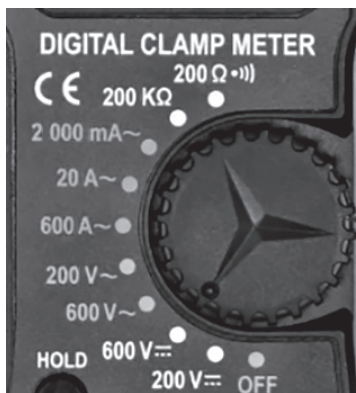


图 1-2-8 挡位选择



图 1-2-9 钳口闭合测试

(2) 打开电流钳, 将被测线路放入电流钳口之中。

注意: 测量时, 电流钳应该保持钳口闭合, 否则测量出的电流不准确, 如图 1-2-9 所示。

(3) 接通被测量装置, 读取电流值。

(4) 如需测量一个变化的电流, 应在上一步的基础上按下“MAX”键后再启动电流钳或根据使用说明操作。

2. 数字绝缘测试仪的使用方法

电动汽车的运行工况非常复杂, 在运行过程中难免会出现部件和导线之间的摩擦、碰撞、挤压等, 导致高压电路与车辆之间的绝缘性能下降, 电源正、负极通过绝缘层和底盘构成漏电回路, 并可能引发电气火灾。因此, 高压电路与车辆底盘之间的绝缘性是电动汽车的技术关键。在进行电动汽车检查和维护时, 使用数字绝缘测试仪检测绝缘性能也是至关重要的。图 1-2-10 为数字绝缘测试仪外观。

数字绝缘测试仪的使用注意事项如下。

- (1) 应严格按照使用手册的规定使用。
- (2) 在将测试仪与被测电路连接之前, 应确保选用了正确的端子、开关位置和量程挡位。
- (3) 预先用测试仪测量已知电压来验证测试仪操作是否正确。
- (4) 端子之间或任何一个端子与接地点之间施加的电压, 不能超过测试仪上标明的额定值。



图 1-2-10 数字绝缘测试仪外观

(5) 电压在 AC 30 V (交流有效值), AC 42 V (交流峰值) 或 DC 60 V (直流) 以上时应格外小心, 这些电压有造成触电的危险。

(6) 出现测试仪电池低电量指示时, 应尽快更换电池。

(7) 测试电阻、通断性、二极管或电容以前, 必须先切断电源, 并将所有的高压电容器放电。

(8) 切勿在爆炸性的气体或蒸汽附近使用测试仪。在使用测试导线时, 手指应保持在保护装置的后方。

3. 测量绝缘电阻的步骤

根据欧洲 ECE-R100 标准，绝缘电阻必须至少为 5 000 Ω/V。例如，如果高压线路的工作电压为 288 V，那么绝缘电阻应为 288 V × 5 000 Ω/V=1.44 MΩ，测量工具的测量电压至少要与检测部件的常规工作电压一样高。表 1-2-5 为电动汽车的高压线路检查步骤，务必按表中的操作步骤对电动汽车的高压线路进行检查。

表 1-2-5 电动汽车的高压线路检查步骤

操作步骤	操作说明
(1) 将测试仪探头插入 V 和 COM（公共）输入端子	—
(2) 将旋转开关旋至所需要的测试电压挡位	—
(3) 将探头与待测电路连接，测试仪会自动检测电路是否通电	如果电路中的电压超过 30 V（交流或直流），则在主显示位置显示电压 30 V 以上警告的同时，还会显示高压符号，在这种情况下，禁止测试。在继续操作之前，应先断开测试仪的连接并关闭电源
(4) 按压测试按钮，此时将获得一个有效的绝缘电阻值读数	辅显示位置上显示被测电路上所施加的测试电压。主显示位置上显示高压符号并以 MΩ 或 GΩ 为单位显示电阻。显示屏的下端出现测试图标，直到释放测试按钮。当电阻超过最大显示量程时，测试仪显示 “>” 符号，以及当前量程的最大电阻
(5) 继续将探头留在测试点上，并释放测试按钮，被测电路即开始通过测试仪放电	被测电路即开始通过测试仪放电。主显示位置显示电阻读数，直到开始新的测试或者选择了不同功能或量程，或者检测到了 30 V 以上的电压

4. 高压元件绝缘电阻的测量方法

绝缘测试只能在不通电的电路上进行。图 1-2-11（请扫二维码，查看详情）为在车上测试绝缘性能的示意图，黑表（负极表）笔接车身，红表（正极表）笔测量电气元件相应的端子。

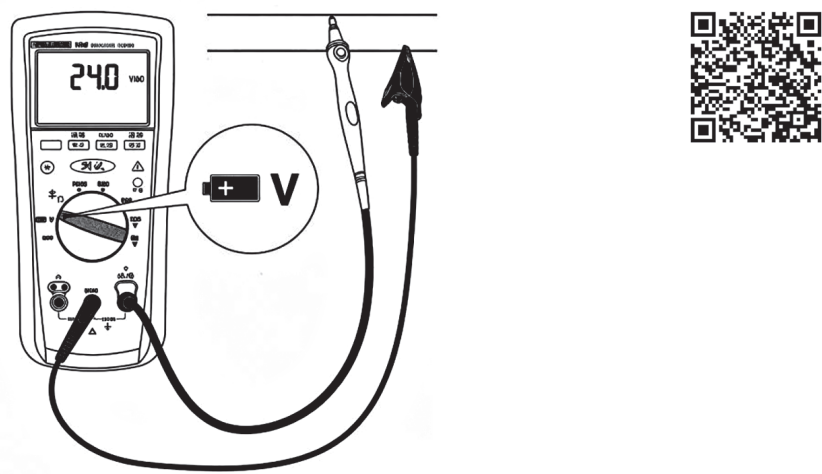


图 1-2-11 绝缘性能测试示意图

以某车型为例，表 1-2-6 为使用绝缘电阻测试仪检查相关电器元件的步骤及标准。使用绝缘电阻测试仪对绝缘性能进行评价时，必须按照表中的指引进行操作。

表 1-2-6 绝缘电阻测试仪检查相关电器元件的步骤及标准

高压部件	检测项目	检测方法	标准值
动力电池	动力电池正、负极与车身（外壳）绝缘电阻的检测	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量动力电池正、负极端子	动力电池正极绝缘电阻 $\geq 1.4 \text{ M}\Omega$ ； 负极绝缘电阻 $\geq 1.0 \text{ M}\Omega$
车载充电机	车载充电机正、负极绝缘电阻的检测	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）拔掉高压接线盒中的接插件。 （3）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量高压接线盒接插件的 B（正极）和 H（负极）	在环境温度为 $21 \sim 25^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 时，车载充电机正、负极输出与车身（外壳）之间的绝缘电阻 $\geq 1\,000 \text{ M}\Omega$ ；在环境温度为 $21 \sim 25^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $90\% \sim 95\%$ 时，车载充电机正、负极输出与车身（外壳）之间的绝缘电阻 $\geq 20 \text{ M}\Omega$
DC/DC 变换器	DC/DC 绝缘电阻的检测	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）拔掉高压接线盒中的接插件。 （3）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量 A（正极）和 G（负极）	在环境温度为 $21 \sim 25^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $80\% \sim 90\%$ 时，高压输入与车身（外壳）之间的绝缘电阻 $\geq 1\,000 \text{ M}\Omega$ ；在工作温度为 $-20 \sim 65^\circ\text{C}$ 和工作湿度为 $5\% \sim 85\%$ 环境下，高压输入与车身（外壳）之间的绝缘电阻 $\geq 20 \text{ M}\Omega$
空调压缩机	空调压缩机正、负极绝缘电阻的检测	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）拔掉高压接线盒中的接插件。 （3）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量 C（正极）和 F（负极）	向空调压缩机内充入 $(50 \pm 1) \text{ cm}^3$ 的冷冻机油和 $62 \sim 64 \text{ g}$ 的 HFC-134a 制冷剂后，空调压缩机正、负极对车身（外壳）的绝缘电阻 $\geq 5 \text{ M}\Omega$ 。 清空空调压缩机内部的冷冻机油后，空调压缩机正、负极对车身（外壳）的绝缘电阻 $\geq 50 \text{ M}\Omega$
PTC【positive temperature coefficient（正温度系数效应）】加热电阻	PTC 正、负极绝缘阻值的测量	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）拔掉高压接线盒中的接插件。 （3）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量 D（正极）和 E（负极）	PTC 正、负极与车身（外壳）之间的绝缘电阻 $\geq 500 \text{ M}\Omega$
电机及其控制器	电机控制器，驱动电动机正、负极输入绝缘阻值的测量	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）拔掉高压接线盒中的电机控制器输入接插件。 （3）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量正负极端子	电机控制器正、负极输入端子与车身（外壳）之间的绝缘电阻 $\geq 100 \text{ M}\Omega$
高压接线盒	高压接线盒正、负极绝缘阻值的测量	（1）将低压蓄电池负极断开。 （2）拔掉高压接线盒中的接插件，动力电池输入接插件，驱动电动机控制器输出接插件。 （3）将绝缘电阻测试仪黑表笔接于车身，红表笔逐个测量高压接线盒端（动力电池输入，驱动电机控制器输出）	高压接线盒端（动力电池输入，驱动电机控制器输出）与车身（外壳）之间的绝缘电阻值为无穷大



5. 兆欧级电阻表的使用方法

兆欧级电阻表俗称“摇表”，由一个手摇发电机、表头和三个接线柱（L 为接线端，E 为搭铁端，G 为屏蔽端）组成。

测量前应先估算电阻值，根据估算值选择适当的量程。

测量前需要检测兆欧级电阻表是否能够正常工作，此时需要做两个试验。

（1）断路试验。

将兆欧级电阻表放置于平稳牢固的地方，将 L 接线端和 E 接线端分开，从慢到快摇发电机达到 120 r/min 的额定转速，观察指针是否指在刻度“ ∞ ”的位置，若是，则为正常。

（2）短路试验。

将兆欧级电阻表放置于平稳牢固的地方，将 L 接线端和 E 接线端短接，从慢到快摇发电机达到 120 r/min 的额定转速，观察指针是否指在刻度“0”的位置，若是，则为正常，如图 1-2-12 所示。测量时必须正确接线，测量回路对地电阻时，L 接线端与回路的裸露导体连接，E 接线端连接接地线或金属外壳；测量回路的绝缘电阻时，回路的首端与尾端分别与 L、E 连接；测量电缆的绝缘电阻时，为防止电缆表面泄漏电流对测量精度产生影响，应将电缆的屏蔽层接至 G 接线端。线路接好后，转动摇把，从慢到快摇发电机达到 120 r/min 的额定转速后，匀速转动，1 min 后读数，并且边摇边读数，禁止停下来读数。



图 1-2-12 兆欧级电阻表短路试验

当兆欧级电阻表测量完毕后，应立即使被测物放电。在兆欧级电阻表未停止转动和被测物未放电之前，禁止用手去触及被测物的测量部位或进行拆线，以防止触电。

■ 小 | 提 | 示 |

- （1）测量前将被测物体断电，并进行放电，不允许带电测试，以确保检测人员人身安全。
- （2）兆欧级电阻表的引线之间应当保持一定的距离，以确保数据的准确性。
- （3）测量时，不能有人与被测量物体接触。
- （4）禁止在发生雷电时或者在高压设备旁测试绝缘电阻。
- （5）被测物表面应擦拭干净，不得有污物（如漆等），以免造成测量数据不准确。

任务 1.3 高压用电作业安全规范

任务描述

维修人员准备对北汽 EV200 进行高压部件维护时，不清楚高压系统下电流程及高压部件识别方法，未按规定佩戴防护用品。经初步检查，车辆高压警示标识模糊，维修开关位置未明确，操作人员不了解高压互锁、自放电等安全设计。现需按规范完成高压系统下电操作，识别高压部件，掌握高压作业安全规范，确保高压部件维护安全。

任务分析

高压用电作业安全的核心是彻底下电、正确识别高压部件及规范佩戴防护用品。新能源汽车高压系统具有电压高、交直流并存等特点。本任务需先学习高压部件的标识（橙色导线、高压警示标）及分布位置；再按“断开低压蓄电池→操作中控屏下电→拆卸维修开关→静置放电 $\geq 5 \text{ min}$ →绝缘测试验证”流程完成下电；最后明确高压作业的防护要求、线路处理规范及应急措施，避免触电事故。

任务工作单

1. 制订计划

根据电动汽车高压系统下电任务要求，制订电动汽车高压系统的下电计划，见表 1-3-1 所列。

表 1-3-1 电动汽车高压系统的下电计划

序号	作业项目	操作要点



续表

序号	作业项目	操作要点
计划审核	审核意见：	签字： 年 月 日

2. 小组分工

根据任务计划完成小组分工,见表 1-3-2 所列。

表 1-3-2 小组分工

主要操作人员		记录人员	
协助操作人员		审核人员	
仪器设备、工具、材料			
序号	名称	数量	是否清点
1			是□ 否□
2			是□ 否□
3			是□ 否□
4			是□ 否□
5			是□ 否□
6			是□ 否□
7			是□ 否□
8			是□ 否□
9			是□ 否□
10			是□ 否□

3. 工作记录

按实际操作过程，将实施内容、遇到的问题及解决办法等记录于表 1-3-3 中。

表 1-3-3 工作实施过程记录表

序号	实施内容	遇到的问题及解决办法	结果

4. 作业评分表

新能源汽车维护高压下电作业评分见表 1-3-4 所列。

表 1-3-4 新能源汽车维护高压下电作业评分表

项目	评分标准	分值 / 分	得分 / 分
任务导入	明确高压下电作业的核心目标，理解安全规范的重要性	5	
知识要点	能准确识别北汽 EV200 高压部件及维修开关位置	5	
	熟练掌握高压系统下电的流程、禁忌及安全要求	15	
任务计划	作业计划覆盖准备、下电、验证、防护等关键环节，步骤清晰	10	
	能合理分配小组职责，操作、监护、记录分工明确	5	
	提前清点防护工具及设备，确保无遗漏、无规格不符等情况	5	
任务实施	准确找到北汽 EV200 低压蓄电池位置，断开操作规范	2	
	熟练找到中控屏及“安全维护”菜单，操作流畅无失误	2	
	规范执行中控屏下电指令，等待时间充足	2	
	维修开关拆卸流程规范，绝缘防护到位	10	
	静置放电时间 $\geq 5 \text{ min}$ ，符合安全要求	10	
	用绝缘测试仪验证下电状态，数据准确	10	
	高压端子绝缘包扎规范，警示标识张贴醒目	5	
任务检查	作业过程无违规操作，下电彻底，无安全隐患	10	
任务评价	能客观总结高压下电作业中的优势与不足，提出改进措施	2	
	能梳理高压下电作业的核心安全要点	2	
得分（满分 100）/ 分			

任务实施

1.3.1 高压的定义

依据国家标准 GB/T18384—2020《电动汽车安全要求》中人员触电防护要求，根据不同电压等级可能对人体产生的伤害和危险程度的不同，在电动汽车中，将电压按照类型和数值分为两个等级，见表 1-3-5 所列。

表 1-3-5 电压的类型和数值

电压级别	最工作电压 /V	
	DC（直流）	AC（交流）50 ~ 150 Hz
A	$0 < U \leq 60$	$0 < U \leq 30$
B	$60 < U \leq 1\,500$	$30 < U \leq 1\,000$

考虑到空气湿度的差异和人体在不同工作环境下的电阻差异，基于安全考虑将车辆电压分为以下安全级别。

A 级：较为安全的电压等级。直流电低于或等于 60 V；交流电（50~150 Hz）低于 30 V，在



此电压范围内的维护人员不需要采取特殊的保护措施。

B 级：对人体会产生伤害，被认为是高压，在该电压下必须采取必要的防护设备对维护人员进行保护。

1.3.2 新能源汽车高压系统的特点

在电动汽车中，低压通常指的是电源系统电气线路上的 12 V 电压，而高压主要指的是动力电池及相关线路的电压。电动汽车的高压具有如下特点。

（1）高压系统的电压一般都设计在 200 V 以上。例如，大多数的电动汽车或混合动力汽车的动力电池电压都在 280 V 左右。

（2）高压存在的形式既有直流，也有交流，包括动力电池的直流，还有充电时 220 V 的电网交流电，以及驱动电机工作时的三相交流电。

（3）高压系统对绝缘的要求更高，大多数传统汽车上设计的绝缘材料，当电压超过 200 V 时绝缘性能将不再满足要求，因此在电动汽车上的绝缘材料需要具有更高的绝缘性能。

（4）高压系统对正、负极距离的要求：在 12 V 电压情况下，正、负极之间的距离很近时才会有击穿空气的可能；但是当电压达到 200 V 以上时，正、负极之间在相对较大的距离时就会击穿空气而导电，也就是我们常说的电弧。

为防止意外触及高压系统，电动汽车对高压部件均采用特殊的标识或颜色，对维修人员或车主给予警示。电动汽车通常采用两种形式进行高电压的标识警示，包括高压警示标识和导线警示颜色。

■ 小 | 提 | 示 |

橙色高压导线是重要警示标识，维护时需避免导线弯折、挤压等情况。若发现导线绝缘层破损，应立即停止作业并更换，不得临时包扎后继续使用。

1.3.3 电流对人的伤害

电流对人体主要会造成电击和电伤两种伤害。

1. 电击伤害

电击伤害是指当人体接触带电体时，电流经过人体对内脏造成的伤害，如心脏颤动。电击是最危险的触电事故。

2. 电伤

电流对人体表面的局部创伤，可分为电灼伤、电烙印和皮肤金属化。电灼伤是指电流的热效应造成的伤害，最严重的电灼伤是电弧对人体的直接烧伤。电烙印是电流的化学效应和机械效应联合作用下产生的电伤，它发生在人体与带电体有良好接触，但人体不被电击的情况下，在皮肤表面留下与接触带电体形状相似的肿块瘢痕，一般不发炎或化脓，瘢痕处皮肤失去原有弹性、色泽，表皮

坏死，失去知觉。皮肤金属化是由于高温电弧使周围金属熔化、蒸发并飞溅渗透到皮肤表层所形成的，皮肤金属化后，一般会造成表面皮肤粗糙、坚硬。

此外，发生触电事故时，常常伴随高空跌落，或由于其他原因所造成的纯机械性创伤，这虽与触电有关，但不属于电流对人体的直接伤害。

素养之窗

了解电流对人体的伤害机制，能让维修人员更深刻地认识安全防护的重要性。在作业中始终坚守“防护先行”的原则，不忽视任何细节隐患，体现对生命安全的敬畏和职业担当。

1.3.4 高压安全设计原理

1. 维修开关设计

为了确保维修人员在对电动汽车进行操作时没有触电危险，大多数车辆在系统上设计了维修开关。当断开维修开关时，动力电池的输出立即中断。在断开动力电池输出后，需要等待至少 5 min 才能接触高压部件。

2. 碰撞保护

当车辆发生碰撞时，动力电池管理器如果检测到碰撞信号大于一定阈值，会切断高压系统主回路的电气连接，同时通知电机控制器激活主动泄放回路放电，从而可使发生碰撞时的短路危险、人员电击危险降到最低。

3. 高压互锁

结构互锁：在电动汽车的高压系统中，当其中某个插接器被带电断开时，动力电池管理器便会检测到高压互锁回路存在断路，如图 1-3-1 所示，为保护人员安全，将立即进行报警并断开主高压回路电气连接，同时激活主动泄放回路放电。

功能互锁：当车辆在进行充电或插上充电枪时，电动汽车的高压电控系统会限制整车不能通过自身驱动系统驱动，以防止可能发生的线束拖拽或安全事故。

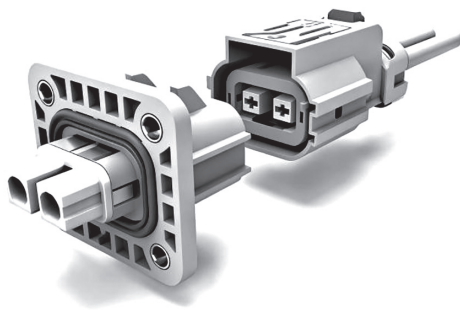


图 1-3-1 高压互锁回路断路

4. 高电压自放电

电机控制器中含有主动泄放回路，当检测到车辆发生较大碰撞，或高压回路中某处插接器出现拔开状态时，或含有高压的高压电控产品存在开盖情况时，主动放电回路会在 5 s 内把预充电容电压降低到小于、等于 60 V，迅速释放危险电能，最大限度保证人员安全。

在高压电路内设计有主动泄放回路的同时，电机控制器、空调驱动控制器等内部含有高压的高



压电控部件同时设计有被动泄放回路，可在 2 min 内把预充电容电压降低到小于、等于 60 V。被动泄放可作为在主动泄放失效情况下的双重保护。

5. 短路保护电路

短路保护通常使用熔断器对电路进行保护，如图 1-3-2 所示。与传统汽车相比，电动汽车涉及高压电，熔断器的规格相对更高，如 80 A、100 A 等。熔断器主要是为了保护其他元件不会因过热而烧坏，通过熔断器的断路达到断电、保护电路的目的。



图 1-3-2 熔断器

6. 绝缘监控电路

为避免人员触电风险，高压系统应当设置电路对绝缘电阻进行监控，当发现绝缘电阻的电阻值过小时，整车电路应当发出接触器断开指令。

7. 漏电保护

很多电动汽车具有内部控制漏电保护功能，当出现漏电时，高压控制总成或高压配电箱中相应传感器将信号反馈给动力电池管理系统，动力电池管理系统可立即做出反应，进行动力电池母线自动断电、高压释放（高压释放是指高压的电控产品存在异常问题时，在几秒内将高压降到一定电压以下），以保证人身安全。

8. 开盖检测保护

部分电动汽车的重要高压电控部件具有开盖检测保护功能，当某些重要产品的盖子在整车高压回路连通的情况下被打开时，系统会立即进行报警，同时断开高压主回路电气连接，并激活主动泄放回路放电。

1.3.5 新能源汽车的高压部件



1. 高压警示标示

纯电动汽车的高电压组件壳体上都带有一个标记，售后服务人员或车主均可通过标记直观看出高电压可能带来的危险。所用警示牌基于国际标准危险电压警示标志，如图 1-3-3 所示（请扫二维码，查看详情）。高压警示标识采用黄色底色或红色底色，图形上布置有高压触电国家标准符号。



图 1-3-3 高压警示标识

2. 高压警示颜色

鉴于高压导线长达数米，故而仅在一处或两处设置警示牌的意义不大，售后服务人员有可能会忽略这些标识。目前，车企用橙色警示色标记出所有高压导线，高压导线的某些插接器以及高压安全插接器也采用橙色设计，如图 1-3-4 所示（请扫二维码，查看详情）。

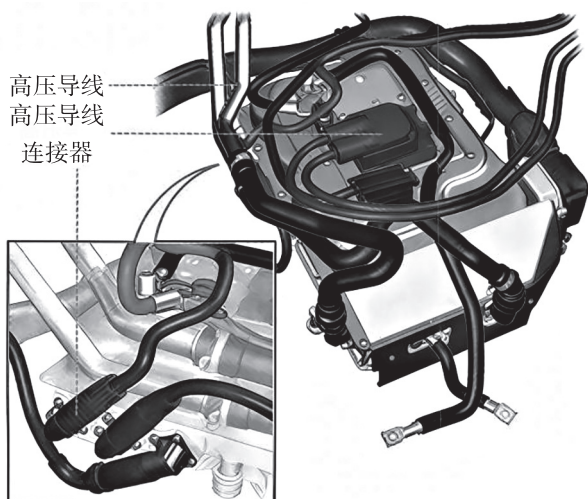


图 1-3-4 高压警示颜色（橙色）

3. 新能源纯电动汽车高压部件的位置

新能源纯电动汽车与混合动力汽车都设计有高压电部分。纯电动汽车高压部件主要分布在车辆底部和前舱，主要包括电机控制器、高压配电箱、车载充电机、高压导线、充电口、动力电池、驱动电机及减速器、动力电池等，如图 1-3-5 所示。

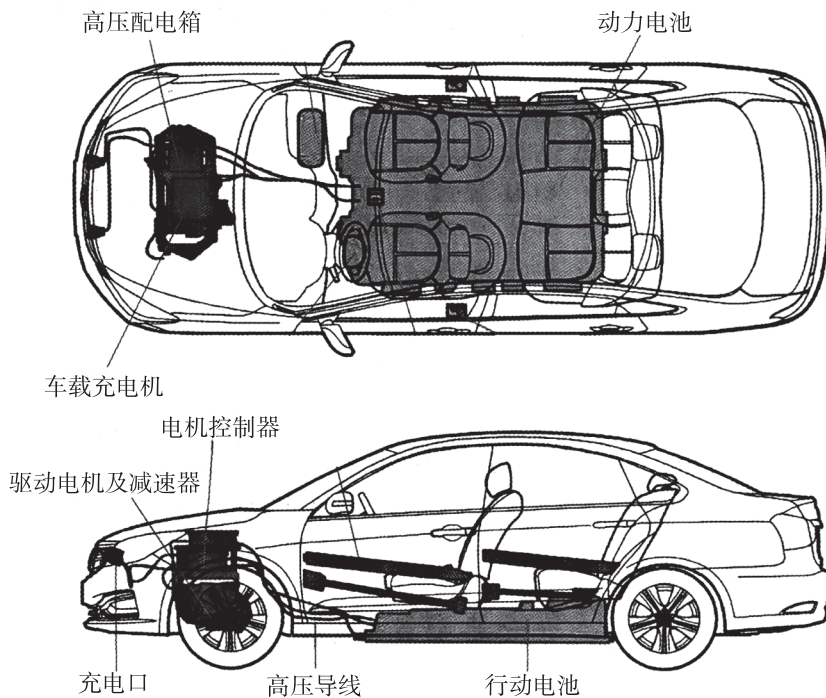


图 1-3-5 新能源纯电动汽车高压部件

高压配电系统将动力电池的高压电分配给电机控制器、驱动电机、电动压缩机、PTC 加热器、DC/DC 变换器等高压用电设备，同时将交流或直流充电口导入的高压充电电流分配给动力电池，以便为动力电池充电。动力电池管理系统（battery management system, BMS）也称为“动力电池控制器”，是动力电池管理和保护的核心部件。它的作用是保证动力电池使用安全可靠，控制动力



电池组的充放电，并向整车控制单元（vehicle control unit, VCU）上报动力电池系统的基本参数及故障信息。

电机控制器是控制动力电池和驱动电机之间能量传输的装置，其主要功能包括车辆的怠速控制、车辆前进（控制电机正转）、车辆倒车（控制电机反转）、DC/AC 变换等。典型的电机控制系统框图如图 1-3-6 所示。

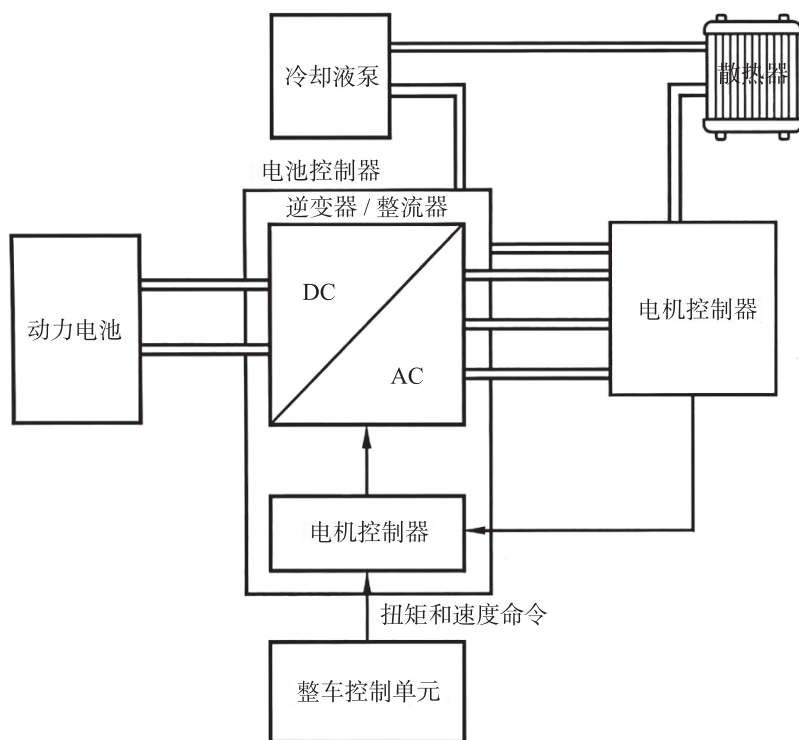


图 1-3-6 典型的电机控制系统框图

4. 新能源混合动力汽车的高压部件

新能源混合动力汽车的高压部件包括动力电池、放电高压电缆总成、高压附件导线、驱动电机、车载充电机（插电式，图 1-3-7 中车型未装配）、动力控制单元和 DC/DC 变换器等，主要分布在汽车的前舱和底盘。图 1-3-7 为新能源混合动力汽车高压部件的分布位置。

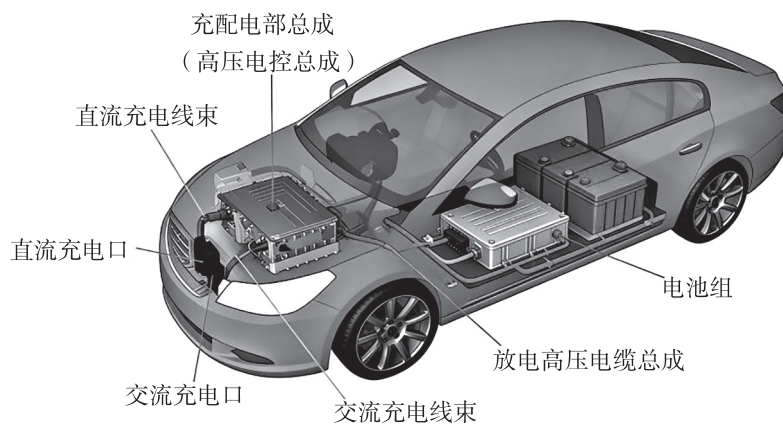


图 1-3-7 新能源混合动力汽车高压部件的分布位置

1.3.6 高压部件安全操作

电动车包含一组密闭的高电压锂离子动力电池。如果动力电池不适当地暴露在外，会存在剧烈燃烧和触电的危险，可能导致严重的人身伤害及环境污染。

在任何情况下，禁止任何人员在车辆未完全断电的情况下对车辆进行维修，并禁止裸手触碰高压部件。

严禁私自拆卸车内高压电气部件，以及私自拔下、断开车上高压接插件和线缆，否则可能造成严重的电击伤害和车辆损坏。

在检修高压系统时，需要断开启动开关电源、维修开关。

在检修高压导线时，对拆下的任何裸露出的高压部位，应立即用绝缘胶带包扎绝缘。

在安装高压导线时，必须按照车身固定孔位要求将线束固定好。

禁止触摸高压线束插接器里的带电部位，以免触电。另外，应防止细小的金属工具或铁条等物体接触到插接器中的带电部位。

禁止拉扯或缠绕充电线束，避免充电线束受到挤压，或充电插头遭受碰撞。

1.3.7 基于北汽 EV200 的高压系统断电（维修开关断开）

北汽 EV200 维修开关安装在后排座椅前方的地板上，操作时需要拆卸后排座椅坐垫，并掀开地毯。

高压系统断电操作步骤如下。

- （1）打开前机舱门，断开动力电池负极导线连接。
- （2）拆卸后排座椅坐垫，掀开地毯。使用螺钉旋具拆卸盖板上的四颗紧固螺钉，取出盖板。
- （3）佩戴绝缘手套，使用工具撬起维修开关锁止按钮。向上扳动维修开关的黑色把手使其呈 90° 。
- （4）向上垂直拔出维修开关，将维修开关存放在其他人无法轻易接触的地方。将维修开关安装位置使用绝缘材料覆盖。在拔出维修开关后，须等待 5 min 以上才能进行高压部件的操作。

1.3.8 新能源汽车维护操作规范

1. 基本规范

在维护保养时，固定或脱掉宽松衣物，摘除戒指、手表之类的饰物（因为金属饰物接触带电零部件会导致触电或者烧伤），并佩戴防护眼镜。

禁止随意拆卸、移动、更换高压部件、线束及接插件，否则可能会导致严重烧伤或触电，造成人员严重伤亡。

禁止进入仅靠千斤顶支撑的车底。如果需要进入车底操作，必须使用安全支架。

无论因何种原因举升或支撑驱动电机时，禁止将千斤顶支撑在任何钣金件或管路下方，因为以任何不正确的方式举升驱动电机都可能导致部件损坏或人身伤害。

在打开部件的保护性壳体之前，先将其搭铁，禁止将固态部件放在金属工作台上或者电视机、收音机及其他电气设备的顶部。



2. 仪器设备检测规范

切勿将测试设备的探针（数字式万用表等）插入线束插接器或熔丝盒端子中，因为测试探针的直径较大，会使大多数端子变形，端子变形后会接触不良，从而导致系统故障。务必使用专用工具，从前部探测端子，切勿用回形针或其他替代物去检测端子。

3. 维护操作人员规范

维护人员操作高压系统前必须戴好绝缘防护用品。

（1）穿好绝缘防护服，穿好绝缘鞋，戴好防护眼镜。

（2）戴好绝缘手套，根据工作情况选择相应的防高压电工手套或耐电池电解液的耐酸碱手套。

（3）绝缘工具使用前必须检查，保证其无破损、破洞和裂纹，内外表面清洁、干燥，禁止带水进行操作，以确保安全。

（4）高压系统下电（断开直流母线或断开手动维修开关），需要等待 5 min 以上，以便让电机控制器、充电机等内部有电容器元件的部件充分放电。

（5）在车辆上电前，注意确认是否有人在进行高压维修操作，避免发生危险。

4. 高压系统检查应符合规范

（1）在检修高压系统时，断开启动开关电源，脱开动力电池负极电缆并断开直流母线，由专职监护人员保管，并确保在维修过程中不会有人将其重新安装。

（2）在检修高压线时，对拆下的任何裸露的高压部位，应立刻用绝缘胶带包扎。

（3）在安装高压线时，必须按照车身固定孔位要求将线束固定好。

（4）禁止用手指触摸高压线束插接器里的带电部分以免触电，另外应防止细小的金属工具或铁条等物体接触到插接器中的带电部分。

5. 动力电池检修规范

（1）在检修动力电池时，为了防止电解液泄漏造成人员伤害，维修人员必须佩戴耐酸性手套和防护眼镜，以防止电解液腐蚀皮肤和溅入眼中。

（2）断开直流母线只是切断了从动力电池到高压用电设备的电源，动力电池仍然有电。

（3）当需要检修动力电池时，应使用绝缘胶带包好裸露出的高压部件，以避免触电。

（4）在搬运动力电池至动力电池维修专业工作台时，应用动力电池专用吊架，严禁直接用手抬动力电池。

项目小结



本项目主要介绍了新能源汽车在高压环境下的安全防护核心知识与实操规范。首先介绍了安全用电的基础原理，包括电的三要素、交直流电的区分、安全电压标准及触电机理等核心内容；

其次介绍了新能源汽车维护操作规范、高压作业工位要求、操作人员资质及高压防护用品的分类与使用方法；最后介绍了维修检测设备的安全使用流程及高压用电作业的安全规范，包括高压部件识别、高压系统下电流程等关键操作。本项目学习帮助读者建立新能源汽车安全防护的系统认知，掌握高压作业的核心安全要点与实操技能。

项目实训

检查组合仪表线束连接器的端子电压和接地端子的导通性

一、准备工作

- (1) 实训场所：理实一体化实训室。
- (2) 工具及车辆：绝缘测试仪（或万用表）、拆装专用工具、高压防护用具、吉利帝豪 EV450 等。
- (3) 辅助资料：车辆维修手册、教材等。

二、操作步骤

1. 检查组合仪表线束连接器 IP01 的端子电压

- (1) 操作启动开关，将电源模式调至 OFF 状态。
- (2) 断开组合仪表线束连接器 IP01。
- (3) 操作启动开关，将电源模式调至 ON 状态。
- (4) 测试组合仪表线束连接器 IP01 的 13、24、32 号端子与车身接地之间的电压。将电压值、车辆维修手册中的标准值及维护建议等记录在表 1-3-6 中。

表 1-3-6 电压、电阻测试记录表

测试项目	电压值	电阻值	标准值	维护建议（修理、更换）
13 号端子与车身接地之间的电压	14.04 V	—	11 ~ 14 V	电压值不正常，需要修理或更换
24 号端子与车身接地之间的电压	14.04 V	—	11 ~ 14 V	电压值不正常，需要修理或更换
32 号端子与车身接地之间的电压	14.02 V	—	11 ~ 14 V	电压值不正常，需要修理或更换
16 号端子与车身接地之间的电阻	—	0.92	<1 Ω	电阻值正常，不需要修理或更换

2. 检查组合仪表线束连接器 IP01 的接地端子导通性

操作启动开关，将电源模式调至 OFF 状态。测试组合仪表线束连接器 IP01 的 16 号端子与车身接地之间的电阻。将电阻值、车辆维修手册中的标准值及维护建议等记录在表 1-3-6 中。

思考练习

一、单项选择题

1. 国际上通行的新能源汽车在安全电压标准中，交流安全电压为（ ）以下。
A.25 V B.36 V C.60 V D.220 V