

★ 服务热线: 400-615-1233
★ 配套精品教学资料包
★ www.huatengedu.com.cn



智能网联 汽车技术

ZHINENG WANGLIAN QICHE JISHU

策划编辑: 闫洪一
责任编辑: 柳卫清
封面设计: 黄燕美

ISBN 978-7-5635-7457-5



定价: 59.90元

北京邮电大学出版社



主编 赵海宾 李富松

智能网联汽车技术

高等职业教育智能网联汽车系列精品教材
校企“双元”合作开发新形态教材

高等职业教育智能网联汽车系列精品教材
校企“双元”合作开发新形态教材



智能网联 汽车技术

主编 赵海宾 李富松



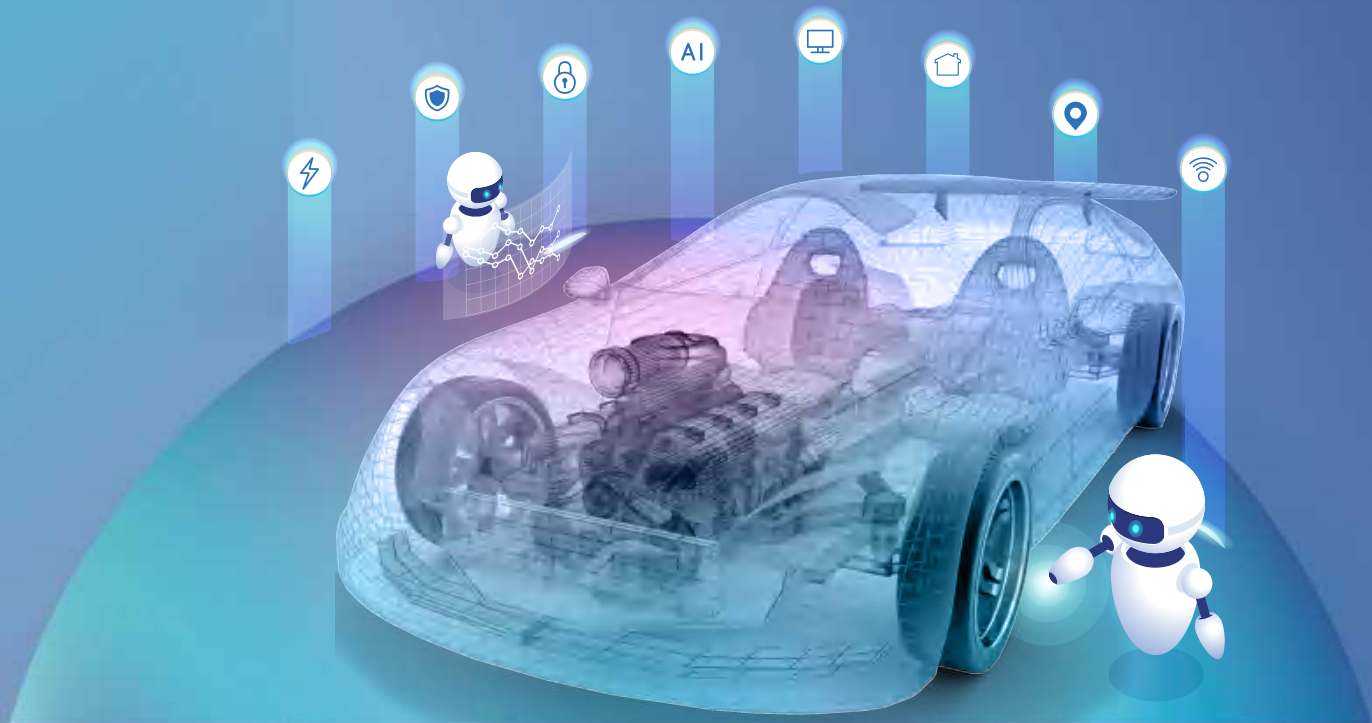
北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



任务工单

赠送

高等职业教育智能网联汽车系列精品教材
校企“双元”合作开发新形态教材



智能网联 汽车技术

主 编 赵海宾 李富松



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书按照职业教育岗课赛证紧密结合和职业技能等级证书技能标准要求,充分融入和体现产教融合和校企合作元素,以任务描述、知识准备、任务实施及习题等栏目板块为框架,以智能网联汽车中的典型项目和具体任务为载体进行编写。

本书由6个项目、21个任务组成,主要包括智能网联汽车测试的基础认知、智能网联汽车智能传感器的更换与调试、高精度地图的采集和定位系统的更换与调试、智能网联汽车路径规划与决策控制的认知、智能网联汽车通信技术原理及应用、智能网联汽车先进驾驶辅助系统的测试与装调等内容。

本书内容翔实,图文并茂,结合企业实际,具有较强的实践性,既可作为高等职业院校相关专业的教学用书,也可作为企业员工培训、职业技能鉴定培训和汽车维修人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

智能网联汽车技术 / 赵海宾,李富松主编. -- 北京 :
北京邮电大学出版社, 2024. -- ISBN 978-7-5635-7457

-5

I. U463.67

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2025DE7042 号

策划编辑: 闫洪一 责任编辑: 柳卫清 封面设计: 黄燕美

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 三河市龙大印装有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 16.75(含任务工单)插页 1

字 数: 346 千字

版 次: 2025 年 1 月第 1 版

印 次: 2025 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-7457-5

定 价: 59.90 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233



在电动化、智能化、网联化、共享化的汽车产业发展趋势下，2024年1—9月，我国具备组合驾驶辅助功能的乘用车销量达到708.6万辆。教育部等三部门联合印发的《制造业人才发展规划指南》中指出，未来我国节能与新能源汽车人才将缺口103万人，智能网联汽车人才将缺口3.7万人，急需汽车行业技术人才、数字化人才，全面高技能型人才的需求也日益增加。为了对接汽车产业发展新趋势，满足行业对智能网联汽车技术专业人才的需要，推动高等职业教育专业升级和数字化改造，提高人才培养质量，编者编写了本书。本书突出对学生职业技能的培养，以为全面提高学生的职业能力和综合素质为目的。

本书深入贯彻落实了党的二十大对教材建设与管理做出的新部署、新要求，遵循知识和技能并重的改革方向，根据高等职业教育的特点以及高等职业院校学生的学习情况进行编写，具有以下特点。

(1) 本书的编写依据特定的工作任务，选取适度够用的理论知识，以学生的操作技能和职业素养培养为核心，围绕典型工作任务设计教学项目，突出知识的实用性、综合性和先进性。本书内容设置以学生为中心，由浅入深、循序渐进，每个任务均配有“任务工单”，实现了理实一体化的教学目标。

(2) 本书融入了丰富的课程思政元素、党的二十大精神内容，选取国产汽车品牌进行讲解，旨在培养学生的民族品牌意识，增强对民族品牌汽车的自信，体现实现立德树人的根本任务，实现了思想政治教育与技术技能培养的有机统一。

(3) 编者在编写过程中广泛联系行业企业，深入了解行业企业对本专业人才的实际需求；并且相关企业为本书提供了配套的教学资源和技术支持，行业企业人员也深度参与了本书编写与开发。

(4) 本书配套了丰富的教学资源，如以二维码链接动画、视频资源，并配有课件、实操步骤、习题及答案等资源，以满足学生个性化学习的需求，提升其使用体验。

本书围绕现场典型工作任务共设计6个教学项目、21个工作任务，采用项目引领、任务驱动的形式，通过大量的图表深入浅出地介绍了智能网联汽车系统各组成部分的结构、功能及检测方法，主要包括智能网联汽车测试的基础认知、智能网联汽车智能传感器的更换与调试、高精度地图的采集和定位系统的更换与调试、智能网联汽车路径规划与决策控制的认知、智能网联汽车通信技术原理及应用、智能网联汽车先进驾驶辅助系统的测试与装调等内容。



本书由河北交通职业技术学院赵海宾、李富松担任主编，河北交通职业技术学院张宁、董彦晓、赵永欢、张舵、李浩凯参与编写。编者在编写过程中查阅了大量文献资料，引用了相关网络资源，广泛参考和借鉴了国内外汽车方面的研究成果，得到了石家庄市沥晨汽车服务有限公司和河北豪英汽车服务有限公司的帮助和支持，在此一并向相关人员表示感谢。

由于编者水平和经验有限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者





项目一 智能网联汽车测试的基础认知

1

- 任务一 智能网联汽车测试的规范操作·····1
- 任务二 智能网联汽车常用测试工具的使用·····12
- 习题 ····· 28

项目二 智能网联汽车智能传感器的更换与调试

30

- 任务一 激光雷达的更换与调试 ····· 31
- 任务二 毫米波雷达的更换与调试 ····· 43
- 任务三 超声波雷达的更换与调试 ····· 54
- 任务四 视觉传感器的更换与调试 ····· 62
- 习题 ····· 72

项目三 高精度地图的采集和定位系统的更换与调试

74

- 任务一 智能网联汽车高精度地图的采集 ····· 74
- 任务二 卫星定位数据采集测试 ····· 82
- 任务三 智能网联汽车导航定位系统的更换与调试 ····· 93
- 习题 ····· 100

项目四 智能网联汽车路径规划与决策控制的认知

102

- 任务一 环境感知与路径规划的基础认知 ····· 103
- 任务二 汽车自动驾驶行为决策的逻辑认知 ····· 107
- 任务三 线控驱动系统的安装与调试 ····· 112
- 任务四 线控转向系统的安装与调试 ····· 118
- 任务五 线控制动系统的安装与调试 ····· 123
- 习题 ····· 128



项目五 智能网联汽车通信技术原理及应用 131

任务一 V2X 技术的认知 132

任务二 4G 网络通信的认知与测试 136

任务三 物联网无线通信技术的认知 146

任务四 车载总线系统通信测试 153

习题 161

项目六 智能网联汽车先进驾驶辅助系统的测试与装调 163

任务一 自适应巡航控制系统的检修 163

任务二 前向碰撞预警系统的检修 175

任务三 车道偏离预警及保持辅助系统的校准 184

习题 198

参考文献 200



智能网联汽车测试的基础认知



<<<

知识目标

- (1) 理解智能网联汽车的结构组成。
- (2) 掌握智能网联汽车防护工具的使用方法和规范。
- (3) 熟悉智能网联汽车测试工具的使用方法。



技能目标

- (1) 能够熟练使用检测工具对智能传感器进行调试。
- (2) 能够熟练使用检测工具对智能传感器进行检测。
- (3) 能够正确读取及分析检测工具及仪器设备的数据。
- (4) 能够根据车辆故障现象快速找到故障源。



素质目标

- (1) 具备独立思考、处理和分析问题的能力。
- (2) 具有民族自豪感和时代精神。
- (3) 培养灵活思维、协同创新的精神。



学时 10 学时

任务一

智能网联汽车测试的规范操作

任务描述

随着科技的快速发展，智能网联汽车逐渐成为未来出行的趋势。与传统汽车相比，智能网联汽车在技术、结构和功能上都发生了巨大变化，对技术人员提出了新

的挑战。为了确保测试人员能够安全、有效地进行智能网联汽车的测试工作，了解智能网联汽车的结构组成，掌握智能网联汽车测试时防护工具的使用规范至关重要。

一、知识准备

(一) 智能网联汽车的结构组成

1. 智能网联汽车的层次结构

智能网联汽车系统主要由环境感知层、智能决策层以及控制执行层组成（图 1-1）。

(1) 环境感知层。环境感知层的主要功能是通过车载环境感知技术（如视觉、雷达、高精度定位与导航等）、车内网络技术、4G/5G 及 V2X 无线通信技术，实现对车内与车外（如道路、车辆和行人等）静、动态信息的提取和收集，并向智能决策层输送信息，这是智能网联汽车各类功能实现的前提。

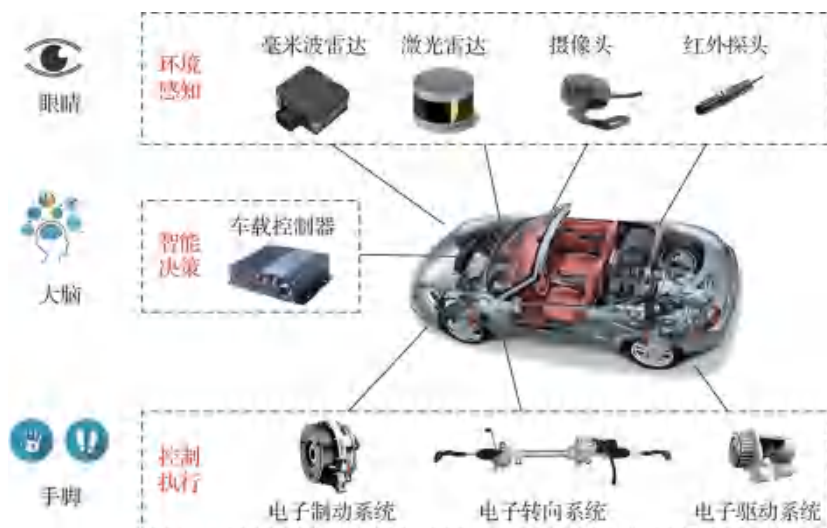
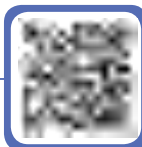


图 1-1 智能网联汽车的层次结构

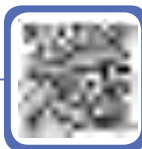
(2) 智能决策层。智能决策层的主要功能是接收环境感知层的信息并进行分析、处理，做出自动驾驶行为决策。智能决策层可以根据识别到的道路、车辆、行人、交通标志和交通信号等去理解驾驶环境，分析和判断车辆需要采取的驾驶模式和决策将要执行的操作，并向车辆控制执行层输送指令。智能决策层是智能网联汽车各项功能得以实现的核心。

(3) 控制执行层。控制执行层的主要功能是根据智能决策层的指令操作和控制车辆，并通过交互系统向驾乘人员提供道路交通信息、安全



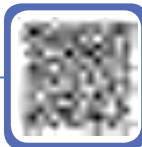
视频

智能网联汽车概念及等级划分



视频

智能网联汽车技术综述



视频

智能网联汽车体系结构及关键技术

信息、娱乐信息、救援信息、商务办公、在线消费等信息与服务，提供安全驾驶、舒适驾乘和智能交互等功能。控制执行层主要依赖于车辆底盘（转向、制动、驱动等）线控和车身电子电器（车门、车灯、仪表等）实现车辆的自动控制，以及智能网联系统与车内驾乘人员的交互。

2. 智能网联汽车的技术架构

智能网联汽车的技术架构为“三横两纵”式技术架构（图 1-2）。“三横”是指智能网联汽车主要涉及的车辆/设施关键技术、信息交互关键技术与基础支撑关键技术三部分，“两纵”是指支撑智能网联汽车发展的车载平台以及基础设施条件。

智能网联汽车的横向技术可细分为三层体系，第一层为车辆/设施关键技术、信息交互关键技术、基础支撑关键技术三部分，各部分可再细分为第二层与第三层技术，智能网联汽车“三横”技术体系见表 1-1。

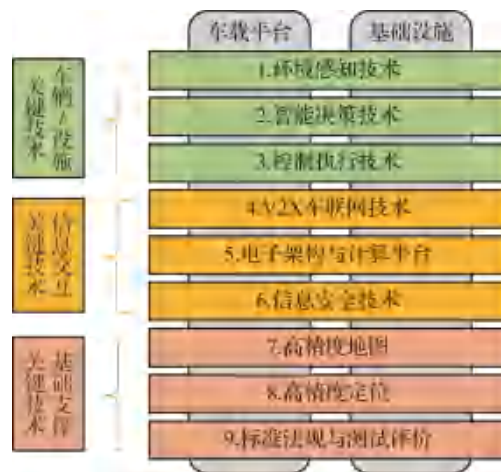


图 1-2 智能网联汽车的技术架构

表 1-1 智能网联汽车“三横”技术体系

第一层	第二层	第三层
车辆/设施关键技术	环境感知技术	雷达探测技术 机器视觉技术 车辆状态感知技术 乘员状态感知技术 协同感知技术 信息融合技术
	智能决策技术	行为预测技术 态势分析技术 任务决策技术 轨迹规划技术 行为决策技术
	控制执行技术	关键执行机构（驱动/制动/转向/悬架） 车辆纵向/横向/垂向运动控制技术 车间协同控制技术 车路协同控制技术 智能电子电气架构

续表

第一层	第二层	第三层
信息交互关键技术	V2X 通信技术	车辆专用短程通信技术 车载无线射频通信技术 LTE-V 通信技术 移动自组织网络技术 面向智能交通的 5G 通信技术
	大数据技术	非关系型数据库技术 数据高效存储和检索技术 车辆数据关联分析与挖掘技术 驾驶员行为数据分析与应用技术
	平台技术	信息服务平台 安全 / 节能决策平台
	信息安全技术	车载终端信息安全技术 手持终端信息安全技术 路侧终端信息安全技术 网络信息安全技术 数据平台信息安全技术
基础支撑关键技术	高精度地图	三维动态高精度地图
	高精度定位	惯性导航与航迹推算技术 通信基站定位技术 协作定位技术
	基础设施	路侧设施与交通信息网络建设
	车载硬件平台	通用处理平台 / 专用处理芯片
	车载软件平台	交互终端操作系统 车辆控制器操作系统 / 共用软件基础平台
	人机工程	人机交互技术 人机共驾技术
	整车安全架构	整车网络安全架构 整车安全功能架构
	标准法规	标准体系与关键标准
	测试评价	测试场地规划与建设 测试评价方法
	示范应用	示范应用与推广

（二）智能网联汽车防护工具的使用

在测试过程中，测试人员必须做好安全防护，从而保护自身的安全以及车辆、设备的安全。常见的个人安全防护用具包括绝缘手套、绝缘鞋、护目镜、安全帽、防护服、绝缘工具套装、工位安全标识等。

1. 绝缘手套

绝缘手套如图 1-3 所示，指在高压电气设备上进行带电作业时，起电气绝缘作用的一种带电作业用的绝缘手套。在国家标准 GB/T 17622—2008《带电作业用绝缘手套》中，带电作业用绝缘手套按照其使用方法分为常规型绝缘手套和复合绝缘手套。如表 1-2 所示，在国家标准 GB/T 17622—2008 中所包括的带电作业用绝缘手套按电气性能分为以下几种类型：0、1、2、3、4 五级，适用于不同电压等级。当采用颜色标记时，应符合 0 级—红色、1 级—白色、2 级—黄色、3 级—绿色、4 级—橙色。汽车行业用于维修或保养时使用的绝缘手套级别，可根据汽车的电压等级进行选择。



图 1-3 绝缘手套

表 1-2 绝缘手套类型

级 别	AC/V	颜 色
0	380	红色
1	3 000	白色
2	10 000	黄色
3	20 000	绿色
4	35 000	橙色

绝缘手套的使用规范：使用绝缘手套前先进行外观检查，外表应无磨损、破损、划痕等。检查方法如图 1-4 所示，首先检查绝缘手套的手掌位置是否完好，然后侧位放置手套，卷起手套边缘，然后松开二到三次，折叠一半开口后封住手套，确认无空气泄漏，则证明绝缘手套完好。



图 1-4 绝缘手套检查方法

2. 绝缘鞋

绝缘鞋如图 1-5 所示，是通过阻断经由脚穿过身体的危险电流的通路保护穿着者免受

电击的鞋。绝缘鞋根据国家标准 GB 21148—2020《足部防护 安全鞋》进行生产，电阻值范围为 $100\text{ k}\Omega \sim 1\,000\text{ M}\Omega$ ，绝缘鞋应具有透气性能好、防静电、耐磨、防滑等功能。

绝缘鞋使用过程中也要定期进行检验，检验方法及注意事项如下。

- (1) 检查绝缘鞋的标志是否齐全、是否符合标准要求。
- (2) 检查绝缘鞋是否存在鞋面破损、鞋底开裂等异常。
- (3) 绝缘鞋应存放于干燥通风处，防止霉变，避免受油、酸碱类或其他腐蚀品的影响。
- (4) 绝缘鞋应每 6 个月进行一次预防性试验，合格后才能继续使用，试验不合格则不能继续穿用。



图 1-5 绝缘鞋

3. 护目镜

护目镜如图 1-6 所示，可有效防止测试过程中产生的电火花对眼睛的伤害。当在进行汽车测试作业时，测试人员都必须正确佩戴相应标准的带侧护板的护目镜。



图 1-6 护目镜

4. 安全帽

安全帽如图 1-7 所示，其主要作用是防止头部触电或发生磕碰。在车辆举升工位下方进行作业时，维修人员必须佩戴相应标准的安全帽。

安全帽使用方法及注意事项如下。

- (1) 佩戴安全帽前应将帽后调整带按自己的头型调整到合适的位置，然后将帽内弹性带系牢。
- (2) 不要把安全帽歪戴，也不要将帽檐戴在脑后。
- (3) 安全帽的下颏带必须扣在颏下，并系牢。松紧要适度。
- (4) 要定期检查安全帽有无龟裂、下凹、裂痕、磨损等情况，发现异常现象要立即更换，不能再继续使用。任何受过重击、有裂痕的安全帽无论有无损坏现象均应报废。
- (5) 安全帽不宜长时间在阳光下暴晒。



图 1-7 安全帽

(6) 新的安全帽使用前应检查有无生产许可及产品合格证, 有无破损、薄厚不均, 缓冲层及调整带和内弹性带是否齐全有效, 如不符合规定要求, 应立即调换。

(7) 平时使用安全帽时应保持整洁, 不能接触火源, 不要任意涂刷油漆等。

5. 防护服

防护服如图 1-8 所示, 在车辆测试过程中, 防护服能够有效保护测试人员免受潜在的风险和伤害。根据车辆测试的具体内容和环境, 应选择合适的防护服。例如, 如果测试涉及高温、高压或化学物品, 应选用耐高温、耐高压或防化学腐蚀的防护服。

防护服的使用方法与注意事项如下。

(1) 定期检查防护服的磨损和损坏情况, 一旦发现破损或性能下降, 应立即更换。同时, 遵循制造商的维护指南, 确保防护服的性能得到保持。

(2) 防护服在使用前应保持清洁, 避免污染。使用后, 应及时进行清洁和消毒, 以延长使用寿命并减少细菌滋生。

(3) 穿戴防护服前, 确保检查所有部件的完整性, 包括拉链、扣子等。按照制造商提供的指南正确穿戴, 确保所有部分都紧密贴合, 无暴露的皮肤部分。

(4) 避免在防护服上放置重物或尖锐物品, 以免损坏防护服。在不使用时, 应将防护服存放在干燥、通风的地方, 避免放在阳光直射和潮湿的环境。

6. 绝缘工具套装

绝缘工具套装如图 1-9 所示, 包括常用的套筒、开口扳手、螺丝刀、钳子、电工刀等。使用绝缘工具前必须进行检查, 保证其无破损、破洞和裂纹、内外表面清洁、干燥, 不能带水进行操作, 确保安全。



图 1-8 防护服



图 1-9 绝缘工具套装

7. 工位安全标识

工位安全标识如图 1-10 所示, 在车辆测试时, 要求在工位周围必须布置有明显的安全标识, 避免他人未经允许进入工位而发生危险。

工位安全标识的种类繁多,包括但不限于禁止标识、警告标识、指令标识和提示标识等。禁止标识用于表示某些行为或物品的绝对禁止,如“禁止吸烟”“禁止烟火”等;警告标识用于提醒员工注意可能存在的危险,如“当心触电”“注意高温”等;指令标识则用于指示员工必须采取某些安全措施或行为,如“必须穿防护服”“戴防护手套”等;提示标识则用于提供相关安全信息,如“正在维修”“紧急疏散”等。



图 1-10 工位安全标识

二、任务实施

(一) 工作准备

- (1) 实训开始前,提前准备好需要使用的个人防护用品,并检查是否符合使用标准。
- (2) 实训开始前,提前做好场地防护,设置警告标识,操作位置布置好绝缘防护措施。
- (3) 检查实训场地和设备设施是否清洁及存在安全隐患,排查配电箱是否符合用电需求,如不正常,向教师汇报并进行处理。
- (4) 记录车辆铭牌信息,做好检测结果记录。
- (5) 实训结束后,必须清理场地和设备,撤除警告标识。

发布任务工单,根据维修小组的划分,在组长的带领下共同协作制订任务方案;每个小组派一名组员展示小组方案,由其他小组和教师组成审议小组对方案的可行性进行审议;方案通过审议,对存在的问题进行改正后,才可实施。

实训所需设备及工具见表 1-3。

表 1-3 设备及工具清点表

名称	数量	清点	名称	数量	清点
智能网联汽车	1	<input type="checkbox"/> 清点	绝缘手套	1	<input type="checkbox"/> 清点
专用工具箱	1	<input type="checkbox"/> 清点	防护服	1	<input type="checkbox"/> 清点
高压标识牌	1	<input type="checkbox"/> 清点	绝缘胶垫	1	<input type="checkbox"/> 清点

(二) 实施步骤

1. 防护工具的使用

智能网联汽车检修过程中,防护工具佩戴如图 1-11 所示。

智能网联汽车检修过程中,防护工具的使用方法见表 1-4。



图 1-11 防护工具佩戴

表 1-4 防护工具的使用方法

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
1		设置警戒栏隔离	维修作业前应预先对工位采取安全隔离措施
2		设置高压警示牌	维修人员在维修工位设置高压警告标识，布置好工位
3		在车辆旁边电控元件检测工作台放置绝缘垫	在维修汽车的工位上需要垫上绝缘胶垫
4		佩戴好绝缘手套	绝缘手套使用前先进行外观检查，外表应无磨损、破损、划痕等


续表

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
5		穿戴绝缘鞋	穿戴前检查绝缘鞋是否存在鞋面破损、鞋底开裂等异常
6		佩戴安全帽	安全帽使用前应检查有无破损、薄厚不均、缓冲层及调整带和内弹性带是否齐全有效
7		检修智能网联汽车高压系统时，必须穿非化纤类的工作服	必须穿非化纤类的工作服，以防止火灾时化纤类服装对人体造成伤害
8		检查绝缘工具表面损坏情况	绝缘工具套装包括套筒、开口扳手、螺丝刀、钳子等。使用前必须进行检查，保证其无破损、破洞和裂纹，内外表面应清洁、干燥，不能带水进行操作，确保安全

2. 测试准备的规范操作

严格遵守车辆检修安全操作规范是顺利进行车辆检修的基础保障。这不仅能够有效避免人员受到伤害，也避免了智能网联汽车受到损害。车辆检修安全检测方法见表 1-5。


表 1-5 车辆检修安全检测方法

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
1		检查并穿戴个人防护用品	确认防护用品佩戴正确

续表

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
2		设置高压警示牌	维修人员在维修工位设置高压警告标识，布置好工位
3		环绕车身一周做外观检查，报告检查结果：车辆无损坏 / 车辆正常	车身外观检查结果记录工单
4		检查智能驾驶平台是否正常	智能驾驶平台检查结果记录工单
5		记录车辆 VIN 码	确保车辆 VIN 码为 17 位数字
6		检查车辆仪表	确认车辆仪表是否正常
7		检查车辆胎压	正确记录胎压

续表

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
8		检查车辆转向、制动系统	确保车辆转向、制动系统正常

任务二

智能网联汽车常用测试工具的使用



任务描述

一辆车辆经过车厂技术人员检查，发现前向毫米波雷达损坏，需要更换毫米波雷达，在更换毫米波雷达前需要对其进行品质检测，可能需要用到的检测工具有数字万用表、数字示波器和 CAN 总线分析仪。作为一名专业的技术人员，你会使用这些常见的检测工具吗？

一、知识准备

数字万用表作为常用的测量仪表，与模拟式万用表相比，其灵敏度高、准确度高、显示清晰、过载能力强、使用简单。数字万用表功能多，应用广泛，可以实现电压、电流、电阻、电容、二极管、晶体管、温度及频率等数据的测量。

（一）数字万用表的特点

（1）数字显示，直观准确。数字万用表采用数字化测量和数字显示技术，通过液晶显示器把测量结果直接以数字的形式显示出来，读数方便准确。

（2）准确度高。数字万用表的准确度是测量结果中系统误差和随机误差的综合，它表明了测量结果与实际数值的一致程度，也反映了测量误差的大小。数字万用表的准确度与显示位数有关，其性能远远优于指针式万用表。

（3）分辨率高。分辨率是指数字万用表对微小电量的识别能力，主要受到准确度的制约。数字万用表中的分辨率是以能显示的最小数字（零除外）与最大数字的百分比来确定的，百分比越小，分辨率越高。

（二）数字万用表的使用方法

数字万用表是智能网联汽车配套、检测中常用的多用途电子测量仪器，有很多特殊功能，其主要功能是对电压、电阻和电流等进行测量。

数字万用表面板及接线端说明如图 1-12、表 1-6 所示。



图 1-12 数字万用表接线端示意图

表 1-6 数字万用表接线端说明

序号	说明
①	用于交流电和直流电电流测量的输入端子
②	用于交流电和直流电的微安以及毫安测量（最高可测量 400 mA）的输入端子
③	适用于所有测量的公共（返回）接线端
④	用于电压、电阻、通断性、二极管、电容、频率（17B+/18B+）、占空比（17B+/18B+）、温度（仅限 17B+）和 LED 测试（仅限 18B+）测量的输入端子

数字万用表的使用方法如下。

（1）交流电压的测量。将挡位转换开关有黑线的一端拨至“V AC”挡位 \tilde{V} ，红表笔插入“V Ω ”插口，黑表笔插入“COM”插口，表笔接触测量点，显示屏上便出现测量值

(量程自适应), 如图 1-13 (a) 所示。

(2) 直流电压的测量。将挡位转换开关拨至“V DC”挡位“ $\overline{\text{V}}$ ”, 表笔接法同(1), 其测量方法与测交流电压相同, 如图 1-13 (b) 所示。在测量毫伏级交 / 直流电压时, 将挡位转换开关拨至“mV AC/DC”挡位“ $\overline{\text{mV}}$ ”, 按功能切换键切换直流和交流电压测量模式即可测量, 如图 1-13 (c) 所示。

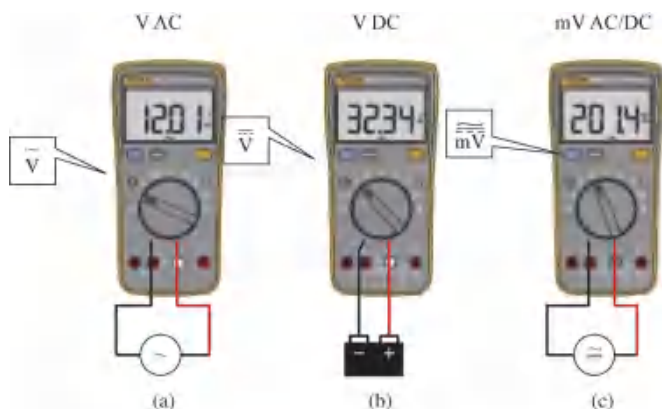


图 1-13 直流和交流电压测量示意图

(3) 电流的测量。被测交流或直流电流小于 400 mA 时, 将挡位转换开关拨至挡位“ $\overline{\text{mA}} \mu\text{A}$ ”, 红表笔插入“mA μA ”插口, 黑表笔插入“COM”插口, 将两表笔串联接入被测量电路测量点, 接通电路即可显示读数(量程自适应)。当被测交流或直流电流是 μA 级时, 将挡位转换开关拨至挡位“ $\overline{\mu\text{A}}$ ”, 其测量方法同上。当被测电流大于 400 mA 时, 红表笔应换至“A”插口, 黑表笔仍插入“COM”插口, 其测量方法同上, 显示值以“A”为单位, 如图 1-14 所示。

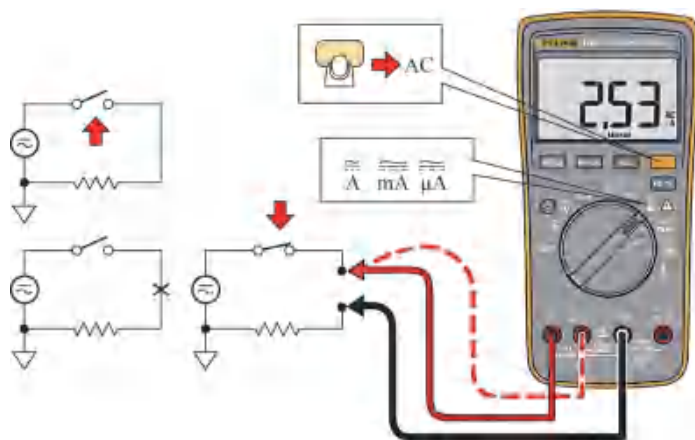


图 1-14 交流和直流电流的测量

(4) 电阻的测量。将挡位转换开关拨至“ Ω ”挡位, 红表笔插入“V Ω ”插口, 黑表笔插入“COM”插口, 按功能切换键切换至电阻挡模式即可进行测量(其量程自适应)

选择)。

(5) 线路通、断的检查。将挡位转换开关拨至“ Ω ”挡位，红表笔插入“V Ω ”插口，黑表笔插入“COM”插口，按功能切换键激活通断性蜂鸣器即可进行线路通、断测量。若被测线路电阻小于 70 Ω ，蜂鸣器将持续发出提示音，说明线路通路，反之，表示线路不通或接触不良，如图 1-15 所示。

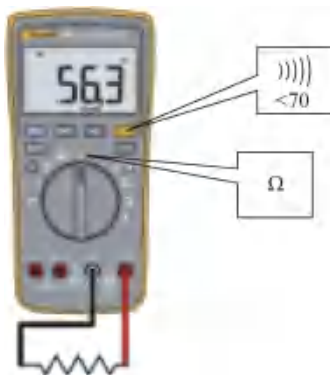


图 1-15 线路通断的检测

(6) 二极管的测量。将挡位转换开关拨至“ Ω ”挡位，红表笔插入“V Ω ”插口，黑表笔插入“COM”插口，将红色表笔接到待测的二极管的阳极，黑色表笔接到阴极，读取显示屏上的正向偏压，如测量表笔极性与二极管极性相反，显示读数为 0 L，则可以区分二极管的阳极和阴极。

(三) 数字示波器的使用

在智能网联汽车车载传感器、控制器、执行器调试、测试中，数字示波器是常用的测量仪器，其作用是对连续信号进行片断式的采集，将采集到的模拟电压信号转换为数字信号记录下来，再通过显示屏将其重现，即可将肉眼无法识别的电子信号转换成可观测的波形。

数字示波器在使用中一般通过调节 X 轴上的时间间隔和 Y 轴上的幅值来观测各种物理参数的变化，如图 1-16 所示。



图 1-16 数字示波器

1. 示波器常用术语

- (1) 幅值比例：垂直方向每格高度代表的信号数值。
- (2) 时基 (time base)：每格水平长度代表的时间值。
- (3) 触发电平 (trigger level)：示波器触发采集时的起始幅值。
- (4) 触发源：示波器的触发通道信号，如通道 1 (CH1)、通道 2 (CH2)。
- (5) 触发沿：示波器显示时的波形上升或下降沿。
- (6) 自动触发 (auto trigger)：示波器根据信号特点自动设置触发条件。

2. 垂直 Y 轴幅值比例调节

示波器显示屏纵坐标控制系统可调节电压轨迹在 Y 轴上的显示，用户可通过电压挡位调整开关、Y 轴位移旋钮等来调节幅值。电压比例垂直方向上显示的每个格子所对应的实际幅值如图 1-17 所示。

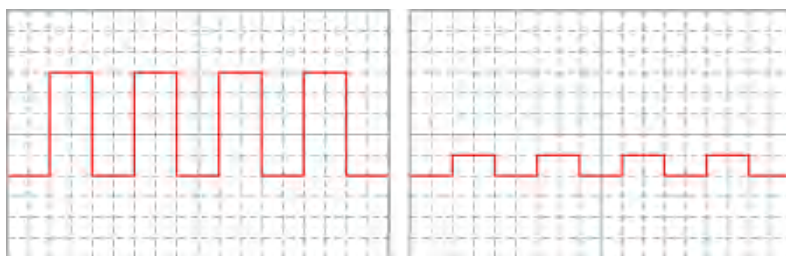


图 1-17 比例调节示意图

3. 水平 X 轴时基调整

示波器显示屏横坐标控制系统可调整时基，时基的选择决定了重复性信号在显示屏上显示的频数，即水平方向显示的每个格子所对应的实际时间值。同样的信号使用不同时基的显示情况如图 1-18 所示。

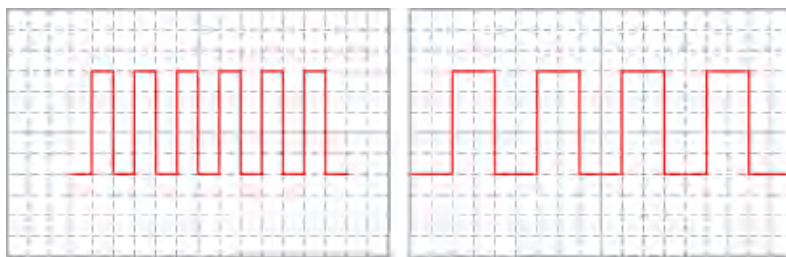


图 1-18 时基调整示意图

4. 触发调整

当触发调节不当时，显示的波形将出现不稳定现象。所谓波形不稳定，是指波形左右移动不能停止在屏幕上，或者出现多个波形交织在一起，无法清楚地显示和锁定波形。图 1-19 (a) 所示的波形不稳定，无法锁定；图 1-19 (b) 正确设定了触发电平，准确锁定了波形。

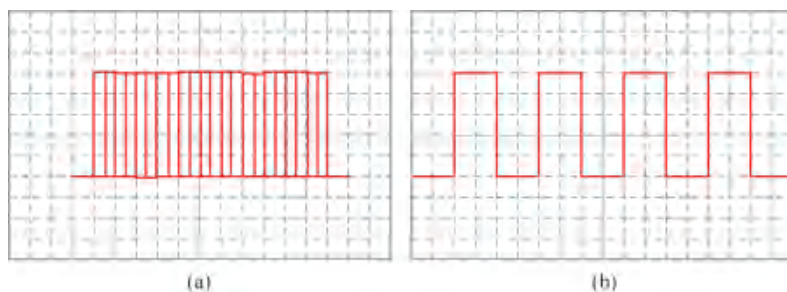


图 1-19 触发调整示意图

5. 校准信号的使用

示波器提供一个频率为 1 kHz、电压为 3 V 的校准信号，其作用是可以检查示波器自身的测量是否准确，输入探头是否完好，当使用比较法测量其他信号时，可作为标准提供参考信号，如图 1-20 所示。

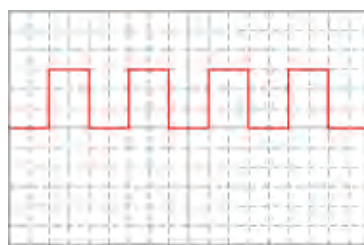


图 1-20 校准信号示意图

6. 数字示波器的使用方法

(1) 水平控制（见“水平控制”功能键）。按下“ROLL”键进入快速滚动模式，滚动模式的时基范围为 50 ms/div ~ 100 s/div，如图 1-21 所示。

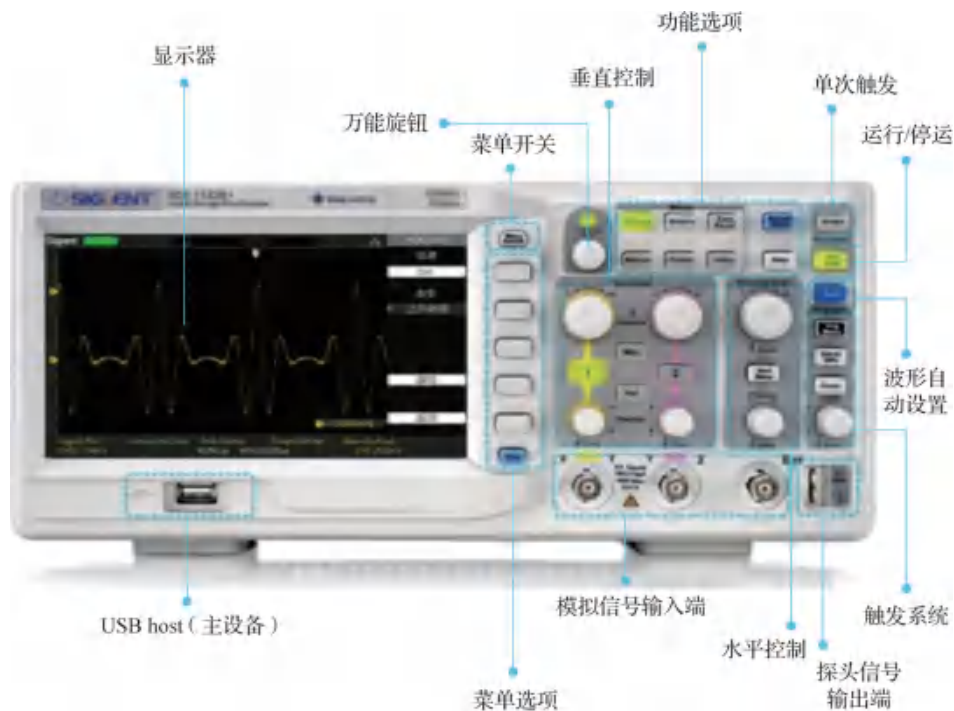


图 1-21 数字示波器及按键功能键

- ①水平位置，修改波形显示的水平位置。
 - ②水平挡位，修改水平时基挡位。
- (2) 垂直控制（见“垂直控制”功能键）。

- ① “1” 模拟输入通道。
- ② 垂直位置，修改对应通道波形的垂直位移。
- ③ 垂直电压挡位，修改当前通道的垂直挡位。
- ④ 按下 “Math” 键，打开波形运算菜单。
- ⑤ 按下 “Ref” 键，打开波形参考功能。

(3) 触发控制。

- ① 按下 “Setup” 键，打开触发功能菜单。
- ② 按下 “Auto” 键，切换触发模式为 Auto（自动）模式。
- ③ 按下 “Normal” 键，切换触发模式为 Normal（正常）模式。
- ④ 按下 “Single” 键，切换触发模式为 Single（单次）模式。
- ⑤ 触发电平 Level，设置触发电平。

(4) 运行控制。

- ① 按下 “Auto Setup” 键，开启波形自动显示功能。
- ② 按下 “Run/Stop” 键，可将示波器的运行状态设置为 “运行” 或 “停止”。

(5) 波形测量。首先连接探头，将探头探针的一端接被测信号，鳄鱼夹接信号地。可以通过示波器的 “Auto Setup” 键，快速自动地获取到波形，这是一种便捷的方式，方便初学者使用。除了自动获取波形，我们也要掌握手动调节的方法。以上升沿触发为例，选择合适的挡位，通过调节垂直挡位和时基挡位来调整波形在垂直和水平方向上的波形大小，位置旋钮可以调节波形在屏幕垂直于水平方向的位置，通过调节 Level 电平在波形范围内的位置，满足此触发电平的波形便会稳定地显示在示波器屏幕上。

(四) CAN 总线分析仪的使用

CAN 总线分析仪一般应用于工业控制、实时通信、汽车电控设备开发、工业品开发等领域，适用于 ISO 11898 标准及 CAN 2.0A、CAN 2.0B 协议规范，如图 1-22 所示。



图 1-22 CAN 总线分析仪

为了增强 CAN 通信的可靠性，消除 CAN 总线终端信号反射干扰，CAN 总线网络最远的 2 个端点通常要加入终端电阻。终端电阻的值由传输电缆的特性阻抗所决定。例如，双绞线的特性阻抗为 $120\ \Omega$ ，则总线上的 2 个端点应集成 $120\ \Omega$ 的终端电阻。USBCAN-II Pro 接口卡采用 82C251 收发器，如果网络上其他节点使用不同的收发器，则终端电阻须另外计算，如图 1-23 所示。

USBCAN-II Pro 接口卡具有 1 个电源指示灯 (PWR)、1 个数据流指示灯 (SYS)、1 个 CAN1 指示灯、1 个 CAN2 指示灯, 以指示设备的运行状态。USBCAN-II Pro 接口卡上电后, 4 个指示灯同时点亮, 之后 PWR 和 SYS 常亮, 但 CAN1 和 CAN2 灯不亮, 表明设备已经供电, 系统完成初始化; 否则, 表示存在系统电源故障或其他故障。USB 接口连接正常后, 当 PC 端有上位机软件调用 USBCAN 设备时, USB 信号指示灯 SYS 会闪烁。此时当 CAN1 或 CAN2 有数据收发时, 对应的 CAN1、CAN2 指示灯会闪烁。若 SYS 闪烁但 CAN1 或 CAN2 指示灯不亮, 则说明 CAN 通道无数据, 应检查接线、通信波特率、匹配电阻等是否正确, 如图 1-24 所示。



图 1-23 CAN 总线分析仪终端电阻设置

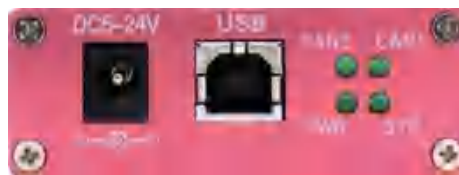


图 1-24 CAN 总线分析仪状态指示灯图

1. ECAN Tools 软件的使用方法

ECAN Tools 软件是广成科技有限公司自主开发的调试软件, USB 转 CAN 卡配合该软件可以快速进行 CAN 总线数据收发, 实现 PC 到 CAN 2.0A 和 CAN 2.0B 协议的总线 (包括标准扩展帧、数据帧、远程帧) 的双向通信。其发送界面包括普通模式和列表模式。

(1) 普通发送模式。普通发送模式非常直观, 所有设置选项均在主界面中, 可直接设置, 如图 1-25 所示。

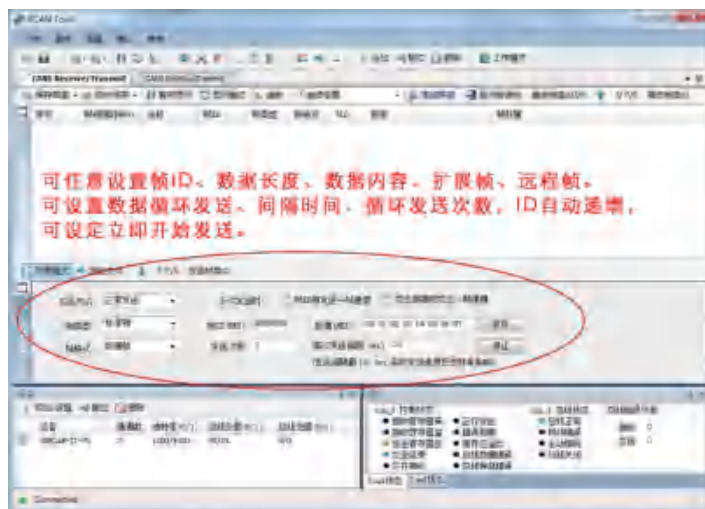


图 1-25 普通发送模式

(2) 列表发送模式。列表发送模式可以将 CAN 添加到发送列表中, 发送列表可同时发送多条不同的报文, 并可循环发送, 列表可保存到本地并可加载。此功能适用于 CAN 卡同时调试多个 CAN 节点, 或需要按时序发送数据。用户可根据自己的习惯选择使用,

如图 1-26 所示。

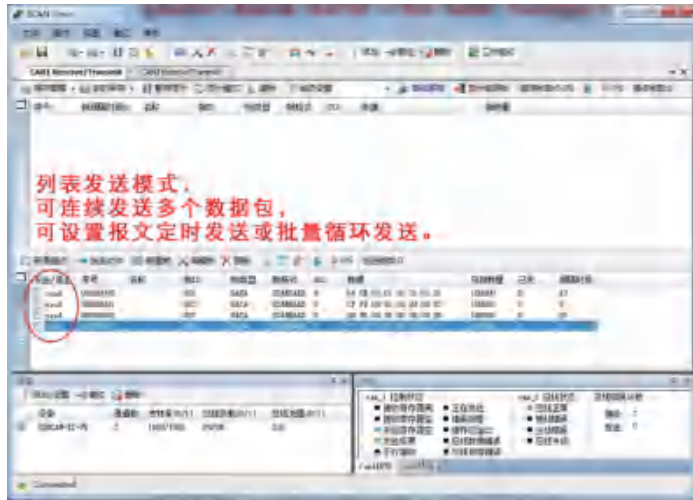


图 1-26 列表发送模式

(3) 波特率自动识别。ECAN Tools 软件可以自动识别总线波特率，当用户在不知道 CAN 总线波特率的时候，软件的自动识别波特率功能会帮助用户识别。识别波特率分为两种模式：标准波特率识别和全范围波特率识别，如图 1-27 所示。

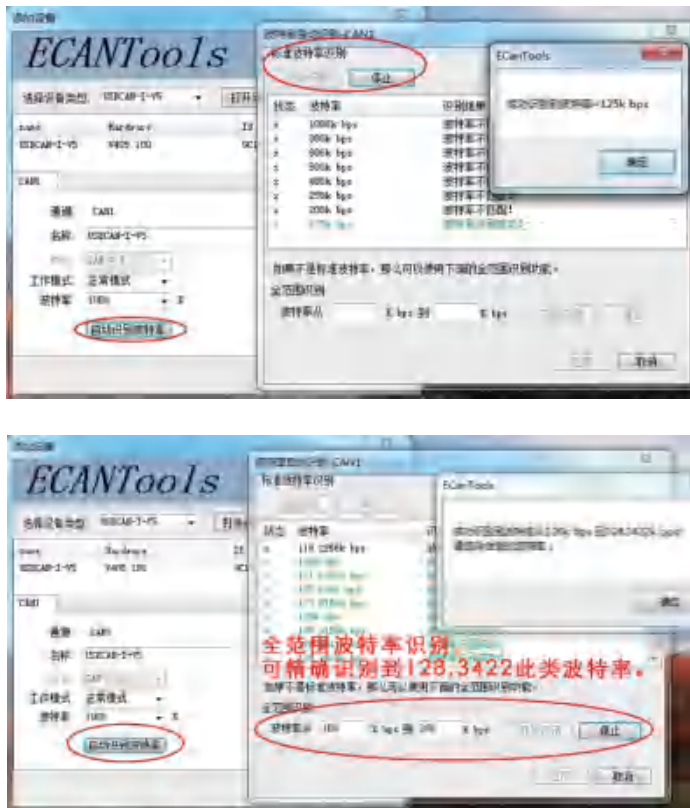


图 1-27 波特率自动识别

2. CAN 总线分析仪的使用方法

ECAN Tools 软件自带 CAN 总线分析功能，当遇到 CAN 总线连接错误时，可以很直观地帮用户分析 CAN 总线干扰和测试 CAN 总线状态，如图 1-28 所示。

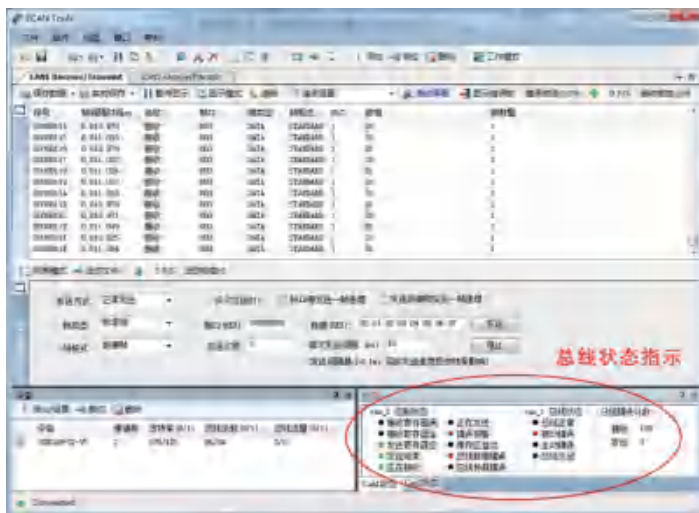


图 1-28 CAN 总线分析

当接收到 CAN 总线上的错误时会指示错误帧类型，统计错误帧率便于用户分析 CAN 总线状态并快速定位发送错误帧的节点，如图 1-29 所示。

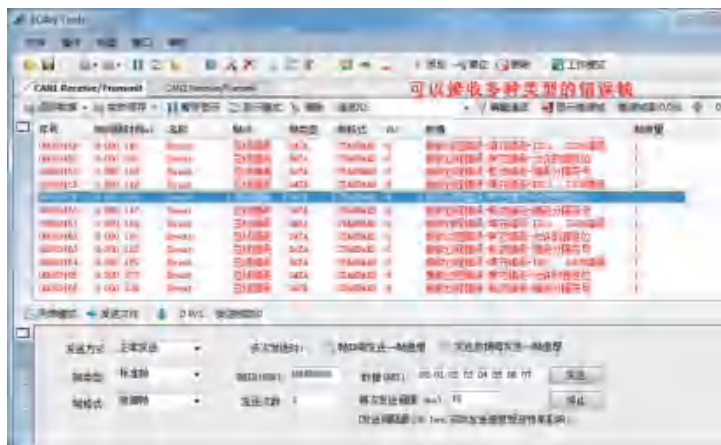


图 1-29 错误帧统计

(1) 数据转发功能。数据转发功能可将某一通道接收到的 CAN 数据发送回当前总线或通过另一条通道发送出去。转发功能支持数据过滤，用户可以非常灵活地将滤波功能与转发功能一起使用，将双通道 USBCAN 设备作为连接两条 CAN 总线的网关，只将想要的的数据转发过去。典型应用如下。

① CAN 总线学习。设备开发人员可使用此功能将设备自身发送的数据经过 USBCAN 转发回来接收，从而判断设备的发送、接收功能是否正常，数据是否正确。

②汽车电子开发诊断的用户可使用此功能将想要的的数据过滤出来之后通过另一个通道发出，可用于屏蔽一些无关数据，如图 1-30 所示。

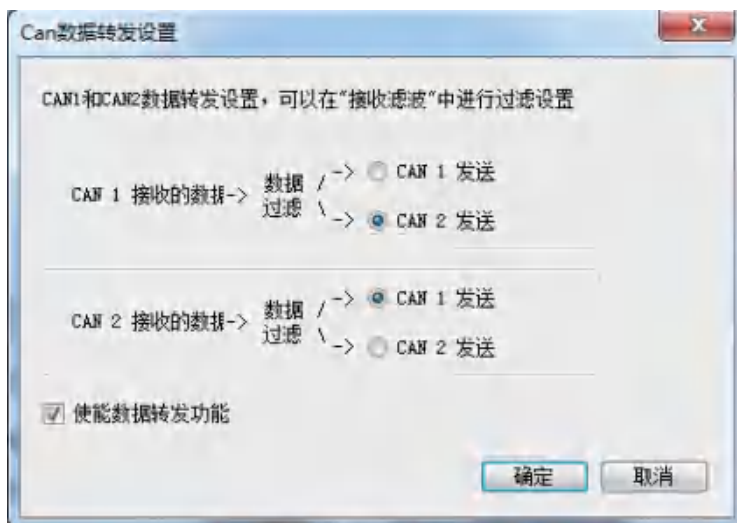


图 1-30 CAN 数据转发

(2) 智能多段滤波功能。智能滤波功能不再需要计算复杂的屏蔽码和验证码，只需简单地设置需要过滤显示的 ID 或 ID 段即可对应接收。比如，设置接收 ID 为 100 ~ 200，那么只需在滤波设置界面输入 100 ~ 200，则系统只接收 ID 为 100 ~ 200 的数据，滤波段可设置多个并可同时使用，如图 1-31 所示。

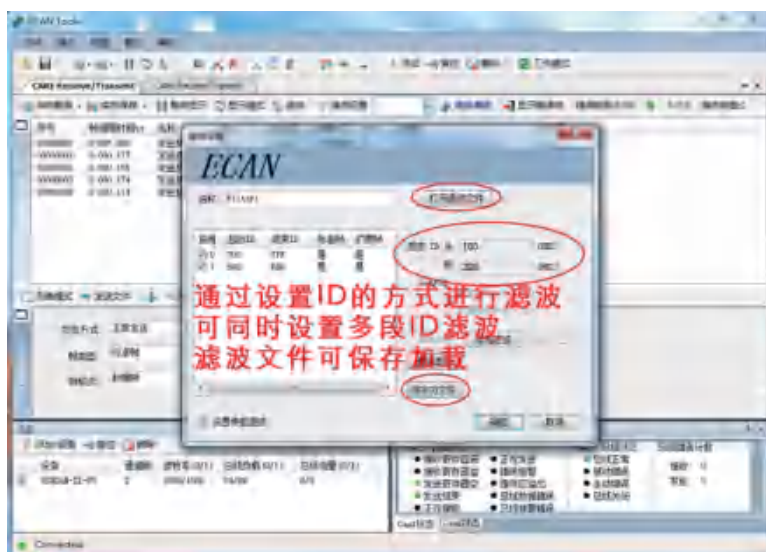


图 1-31 智能多段滤波

(3) 总线监听模式功能。可以设置 USB 转 CAN 卡“只听模式”，在这种模式下，设备只是接收 CAN 总线上的数据，不向总线发送回应数据包，适用于正在运行的 CAN 总线系统中，截获总线数据进行分析，如图 1-32 所示。

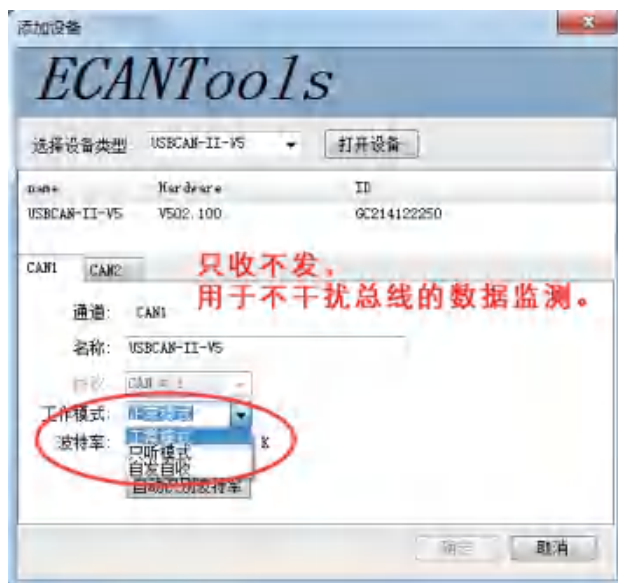


图 1-32 总线监听模式选择

(4) 实时数据统计显示功能。可以按相关统计规则，将接收到的数据分类显示。此功能非常便于将相同的帧合并到一起显示，便于数据分析处理，如图 1-33 所示。

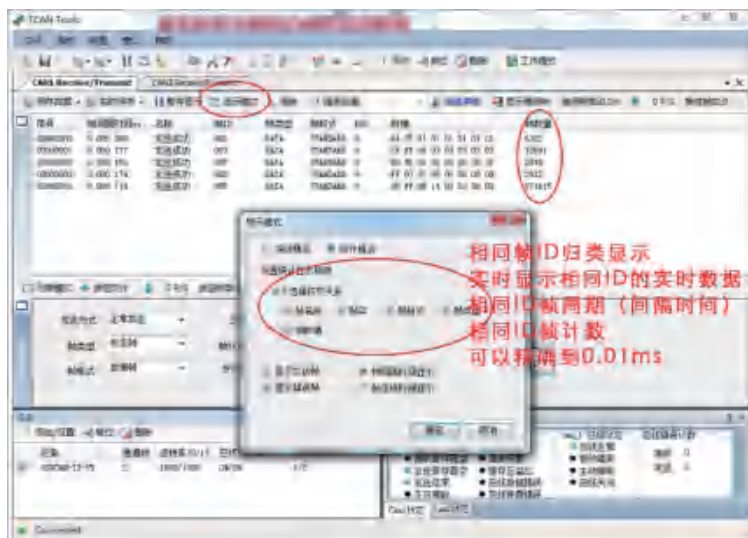


图 1-33 实时数据统计显示

二、任务实施

(一) 工作准备

- (1) 实训开始前，提前准备好需要使用的个人防护用品，并检查是否符合使用标准。
- (2) 实训开始前，提前做好场地防护，设置警告标识，操作位置布置好绝缘防护措施。
- (3) 检查实训场地和设备设施是否清洁及是否存在安全隐患，配电箱、排查是否符合

用电需求，如不正常，向教师汇报并进行处理。

(4) 记录车辆铭牌信息，做好检测结果记录。

(5) 实训结束后，必须清理场地和设备，撤除警告标识。

发布任务工单，根据维修小组的划分，在组长的带领下共同协作制订任务方案；每个小组派一组员展示小组方案，由其他小组和教师组成审议小组对方案的可行性进行审议；方案通过审议，对存在的问题进行改正后，才可实施。

实训所需设备及工具见表 1-7。

表 1-7 设备及工具清点表

名称	数量	清点	名称	数量	清点
智能网联汽车	1	<input type="checkbox"/> 清点	CAN 总线分析仪	1	<input type="checkbox"/> 清点
数字万用表	1	<input type="checkbox"/> 清点	绝缘手套	1	<input type="checkbox"/> 清点
数字示波器	1	<input type="checkbox"/> 清点	防护服	1	<input type="checkbox"/> 清点

(二) 实施步骤

1. 数字万用表的使用

在电子工程和车辆维修工作中（见表 1-8），数字万用表是一种非常常用的测试和测量工具。它可以帮助我们准确地测量电压、电流和电阻等基本参数，从而确保车辆电子设备正常运行。

表 1-8 数字万用表的使用

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
1	 <p>数字万用表 智能传感器台架 实训车</p> <p>安全帽 绝缘垫 无尘布 工作手套</p>	前期准备工作	确保场地安全、设备完整齐全
2		数字万用表工具的检查	查看产品外观是否完整无破损、产品配件与清单是否一致、挡位选择开关使用是否正常

续表

序 号	操作示意图	操作方法	操作要求
3		连接表笔	黑表笔插“COM”，红表笔插“V Ω”
4		万用表功能检测	两表笔相互短接是否有蜂鸣声；查看 LED 显示是否接近 0
5		万用表交流电压测量	挡位选择“ \tilde{V} ”；红黑表笔分别插入电源“L”“N”；数值稳定后读数
6		万用表直流电压测量	挡位选择“ \overline{V} ”；红黑表笔分别插入电源的正极和负极；数值稳定后读数
7	 <p>手动 / 自动量程切换 数据保持 背光键</p> <p>交 / 直流电流测量 交 / 直流微安毫安测量</p> <p>功能切换 多功能转盘 多功能物理单位测量 返回接线端</p>	其他参数的测量	选择对应的挡位和量程进行测量，数值稳定后读数

2. 数字示波器的使用

在车辆信号处理与检测领域，数字示波器是一种非常重要的工具。它可以帮助我们观察和分析各种信号的波形，例如电压、电流、时间等（见表 1-9）。通过数字示波器，我们可以快速、准确地识别信号的特征和异常，进而进行故障诊断和信号分析。

表 1-9 数字示波器的使用

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
1	 <p>数字万用表 智能传感器台架 实训车</p> <p>安全帽 绝缘垫 无尘布 工作手套</p>	前期准备工作	确保场地安全、设备完整齐全
2		工具检查	检查产品外观是否完好；查验产品配件与清单是否一致
3		示波器波形校准	探头分别接入 CH1、CH2 通道；CH1、CH2 测试探头挂钩接入校准信号；CH1、CH2 黑色夹头接入公共接地端；调整示波器，查看是否为方波
4		CAN 信号测量	探针分别接入 CAN H/CAN L，探头夹接地；调整 X、Y 轴参数，记录波形

3. CAN 总线分析仪的使用

在汽车电子和自动化控制领域，CAN 总线是一种广泛应用的通信协议。CAN 总线分析仪是一种专门用于测试和诊断 CAN 总线的工具（见表 1-10）。通过使用 CAN 总线分析仪，我们可以实时监测 CAN 总线上的数据传输，分析信号的波形和协议，从而对汽车、工业自动化等系统的故障进行快速定位和诊断。

表 1-10 CAN 总线分析仪的使用

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
1		前期准备工作	确保场地安全、设备完整齐全
2		CAN 总线分析仪的检查	查看产品外观是否完整无破损、产品配件与清单是否一致
3		线束连接	选择 CAN1 通道；正确连接 CAN H/CAN L 线束
4		设置终端电阻	终端电阻“1”设置为 OFF 状态，终端电阻“2”设置为 ON 状态，终端电阻值设置为 120 Ω
5		线束连接台架	选择正确的连接接口
6		连接完毕测量相应信息	正确连接对应线束与接口，选择合适的电压

续表

序号	操作示意图	操作方法	操作要求
7		读取 CANH/CANL 信号	无

习 题

一、填空题

- 智能汽车是指在一般车辆上增加了_____（如雷达、摄像头等）、_____、_____等装置，通过车载环境感知系统和信息终端，实现与人、车、路等的信息交换。
- 智能网联汽车为“三横两纵”式技术架构（见图 1-2）。“三横”是指智能网联汽车主要涉及的_____、_____与_____三部分，“两纵”是指支撑智能网联汽车发展的_____以及_____。
- 数字万用表作为常用的测量仪表，与模拟式万用表相比，其_____、_____、_____、_____、_____。
- 数字万用表（见图 1-12）是智能网联汽车配套、检测中常用的多用途电子测量仪器，有很多特殊功能，其主要功能是对_____、_____和_____等进行测量。
- 在智能网联汽车车载传感器、控制器、执行器调试、测试中，数字示波器是常用的测量仪器，其作用是对连续信号进行_____的采集，将采集到的_____转换为_____记录下来。
- 为了增强 CAN 通信的可靠性，消除 CAN 总线终端_____干扰，CAN 总线网络最远的 2 个端点通常要加入_____。

二、判断题

- 智能网联汽车可以通过车联网技术实现车与车之间的信息交互。 ()
- 智能网联汽车的自动驾驶系统可以完全替代驾驶员的驾驶操作。 ()
- 智能网联汽车的安全性比传统汽车更高。 ()
- 智能网联汽车的发展不受任何技术和法规限制。 ()
- 在测量电阻时，数字万用表的红表笔应该接在电压的正极，黑表笔接在电压的负极。 ()

6. 数字万用表的量程范围越大, 其精度越高。 ()
7. 数字示波器无法存储和回放信号波形。 ()

三、选择题

- 智能网联汽车是指通过 () 实现车与车、车与路、车与云之间的智能信息交换和共享的汽车。
 - 物联网技术
 - 人工智能技术
 - 5G 通信技术
 - 以上都是
- 智能网联汽车的关键技术包括 ()。
 - 环境感知技术
 - 智能决策技术
 - 控制执行技术
 - 以上都是
- 智能网联汽车的安全性主要表现在 ()。
 - 避免交通事故
 - 提高行车舒适性
 - 保护乘客隐私
 - 以上都是
- 目前智能网联汽车面临的挑战有 ()。
 - 技术成熟度不够
 - 法律法规不完善
 - 基础设施建设不足
 - 以上都是
- 在使用数字万用表时, 以下 () 是错误的。
 - 在测量前检查表笔是否插好
 - 在测量电流时, 将数字万用表串联在电路中
 - 在测量电压时, 将数字万用表并联在电路中
 - 可以在测量时随意切换量程
- 使用数字示波器时, 以下 () 是正确的。
 - 将探头连接到被测信号源上, 并将示波器电源打开
 - 在测量信号幅度时, 应将垂直轴灵敏度设置为最大值
 - 在测量信号频率时, 应将时间轴灵敏度设置为最小值
 - 在观察信号波形时, 可以随意调节水平位置和垂直位置的刻度
- 使用 CAN 总线分析仪时, 以下 () 是正确的。
 - 将 CAN 总线分析仪连接到 CAN 总线系统上
 - 在测量数据传输速率时, 应将采样点数设置为最小值
 - 在观察总线负载时, 应将波特率设置为最大值
 - 在诊断故障时, 应将扫描速度设置为最快