

基于国产 MCU AC78406 的自动检测台 设计与实现

黄文勇¹, 张超^{1,2}, 邱丹瑞¹, 李旷¹, 陈露余¹

(1. 云冷慧联科技(武汉)有限公司, 湖北 武汉 430100;

2. 哈尔滨工业大学(深圳)商学院, 广东 深圳 518055)

摘要:在当前汽车行业快速发展的背景下,许多汽车零部件供应商仍在使用传统的手动检测台进行产品校验,在产品校验环节,产品检测效率低下,易漏检、误检,使用自动检测台可以解决以上问题,目前市面上自动检测台价格昂贵、通用性差,大批量使用给企业带来沉重的负担。针对该问题设计了一款通用的基于国产 MCU AC78406 的自动检测设备。不同产品的端子定义不同,接插件型号不同,通过更换线束适配各种产品,在上位机页面进行功能选配,生成不同产品的功能检测界面。结果表明,自动检测台通用性强,能够实现一台设备适配多款产品,大大降低企业的生产制造成本,提升企业产品竞争力。

关键词:国产 MCU;自动检测;汽车电子;嵌入式设计

中图分类号:TP23

文章编号:1000-0682(2026)04-0044-06

文献标识码:A

DOI:10.19950/j.cnki.CN61-1121/TH.2026.04.008

Design and implementation of an automatic test bench based on the domestic MCU AC78406

HUANG Wenyong¹, ZHANG Chao^{1,2}, QIU Danrui¹, LI Kuang¹, CHEN Luyu¹

(1. Yunling Huilian Technology(Wuhan) Co., Ltd., Hubei Wuhan 430100, China;

2. School of Business, Harbin Institute of Technology(Shenzhen), Guangdong Shenzhen 518055, China)

Abstract: Against the backdrop of the rapid development of the current automotive industry, many automotive component suppliers still use traditional manual test benches for product verification. In the product verification process, the efficiency of product testing is low, and missed detection and false detection are prone to occur. The use of automatic test benches can solve the above problems. However, the automatic test benches currently available on the market are expensive and have poor versatility, and their largescale application imposes a heavy burden on enterprises. To address this issue, a versatile automatic testing device based on a domestic MCU AC78406 is designed in this paper. Given that different products have different terminal definitions and connector models, various products can be adapted by replacing wiring harnesses. Function selection is performed on the host computer interface to generate a functional test interface for different products. The results indicate that the automatic test bench has strong versatility, enabling one device to accommodate multiple products, significantly reducing the production and manufacturing costs for enterprises and enhancing the competitiveness of their products.

Keywords: domestic MCU; automatic testing; automotive electronics; embedded design

0 引言

汽车行业发展日新月异,新能源汽车行业呈现爆发式增长,产品校验是产品生产制造环节中不可

或缺的关键工序,许多汽车零部件生产企业仍在使用手动检测台进行产品校验,该方式检测效率低下,易漏检、误检,生产效率低下导致生产制造成本上涨;漏检、误检会导致售后故障率升高,两者叠加会削弱公司的产品竞争力^[1]。使用自动检测台替换手动检测台,可以大大提高生产效率,规避漏检、误检问题,但是动辄十几万或几十万的自动检测设备,对于很多企业来说是一笔巨大的投入。市面上销售

收稿日期:2026-05-07

第一作者:黄文勇(1993—),男,汉族,湖北武汉人,本科,研究方向为汽车电子、工业自动化。

的自动检测台均为定制方式制作,一台设备仅适配一款产品,通用性差^[2]。因此设计了一款基于国产 MCU AC78406 的自动检测台,并应用于公司产品生产环节,该自动检测台适配公司多款产品,通用性强,降低了公司产品的生产制造成本,提升了产品竞争力。

1 系统方案设计原理

该自动检测台用于汽车常用控制器的生产校验,工作过程如图 1 所示,自动检测台使用 220 V 市电供电,通过内部的电源模块将 220 V 电压转换成控制板所需工作电压,控制板输出信号驱动外部产品工作,同时检测产品的输出状态,从而判断产品校验是否合格^[3],自动检测台通过 RS232 通信连接电脑,在电脑上位机界面显示产品校验结果。

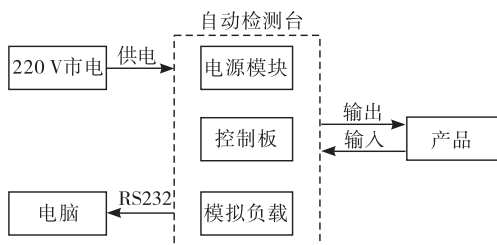


图 1 自动检测台原理框图

常见的汽车控制器有车身控制器(BCM)、车门控制模块(DCM)、座椅控制器(SCM)等,不同的产品,功能定义、端子定义、接插件型号不同。如图 2 所示,自动检测台的接插件设计为通用模式^[4],有多路高低边的输入输出和 CAN/LIN 通讯接口,产品端依据自身端子定义连接自动检测台对应端口,实现自动检测台与产品的连接,更换自动检测台线束,即可适配多款产品。

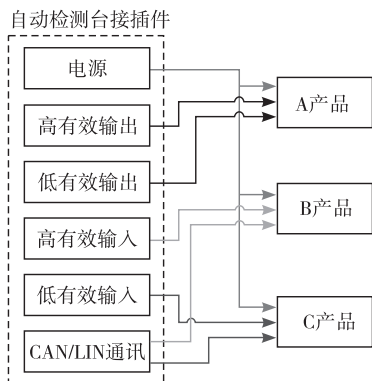


图 2 自动检测台接插件示意图

2 硬件系统设计

自动检测台的硬件设计方案主要包括信号采集电路,输出驱动电路,电源电路,微控制器模块电路

(MCU),通讯电路,所有模块协同工作,构成自动检测台的核心控制板^[5]。

2.1 信号采集电路

信号采集电路基于欧姆定律进行设计,单机电源电压为 3.3 V,选择 100 k Ω 和 33 k Ω 电阻进行分压,上拉和下拉电阻均为 4.7 k Ω ,电路设计如图 3 所示。

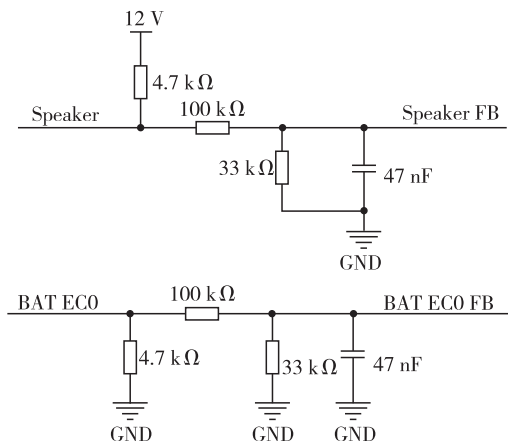


图 3 信号采集电路图

输入信号低有效,电路设计为上拉;输入信号高有效,电路设计为下拉,信号状态如表 1 所示。

表 1 输入信号状态

输入信号	MCU 端口电平	
	上拉设计	下拉设计
X	H	L
H	H	H
L	L	L

2.2 输出电路

输出电路基于 NPN 三极管和 PNP 三极管进行设计,适配不同状态的开关信号,输出状态为低时,选用 NPN 三极管进行控制;输出状态为高时,选择 NPN + PNP 三极管组合控制,电路设计如图 4 所示。

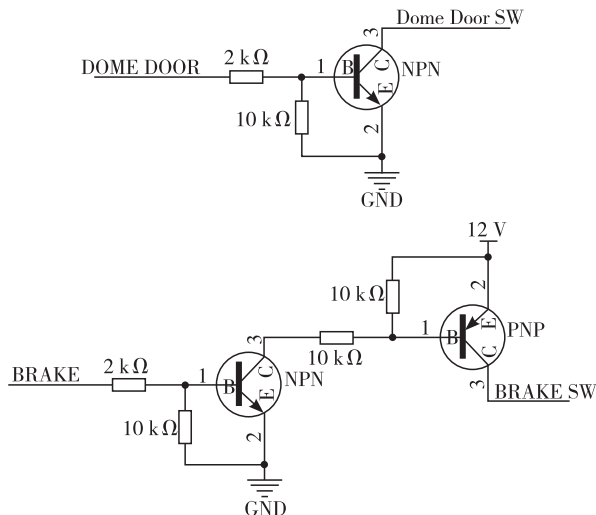


图 4 输出电路图

自动检测台同时通过继电器控制外部电源,多路电源设计方案,满足不同产品需求,连接产品开始校验时打开外部电源,校验完成后关闭电源产品断电,防止热插拔损坏产品,电路设计如图5所示。

2.4 微控制器模块电路

控制板选择了杰发科技 AC78406LGLA 车规级芯片,该芯片基于 ARM Cortex M4 内核,100 个引脚,集

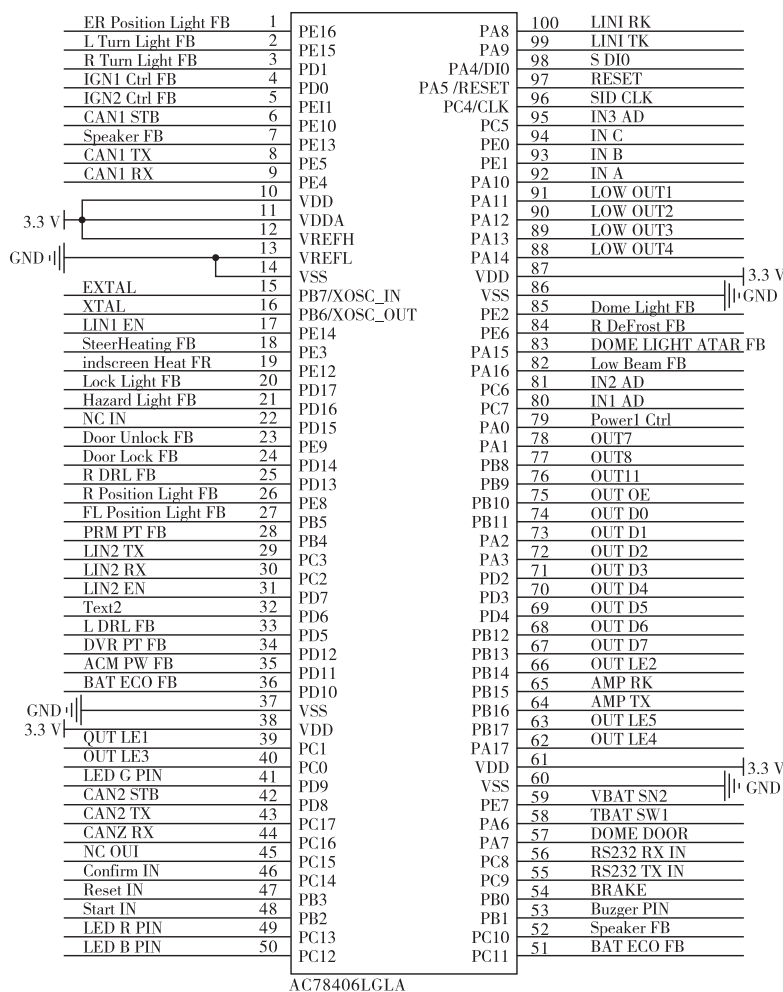


图6 微控制器模块电路图

成 CAN、LIN 功能^[6], 支持 UART、AD 检测、SPI 通信等, 适合多路信号处理。电路设计如图 6 所示。

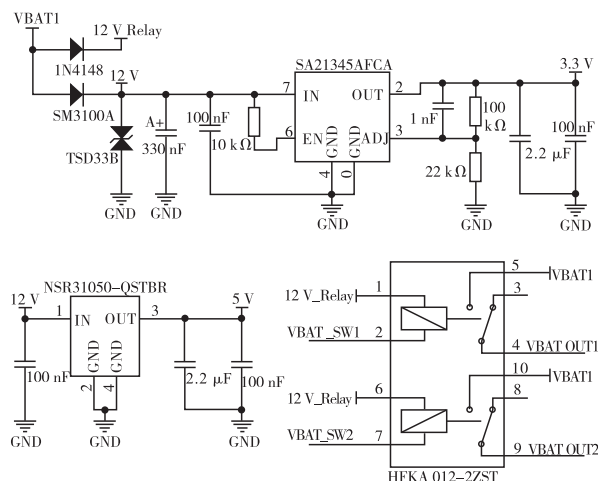
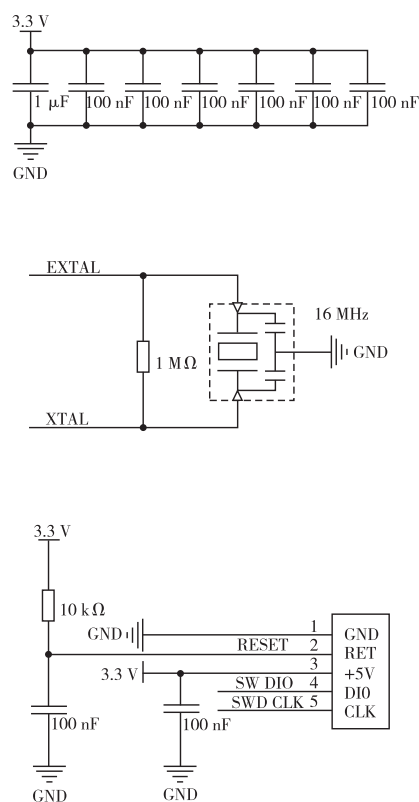


图5 电源电路图



2.5 通讯电路

CAN 通讯基于芯力特 SIT1044QT/3 芯片设计, 控制板包含 2 路 CAN 电路, 其中一路为终端节点设

计,另一路为非终端节点设计,通过更换终端电阻阻值,可以灵活调整电路设计,适配不同的产品。电路设计如图7所示。

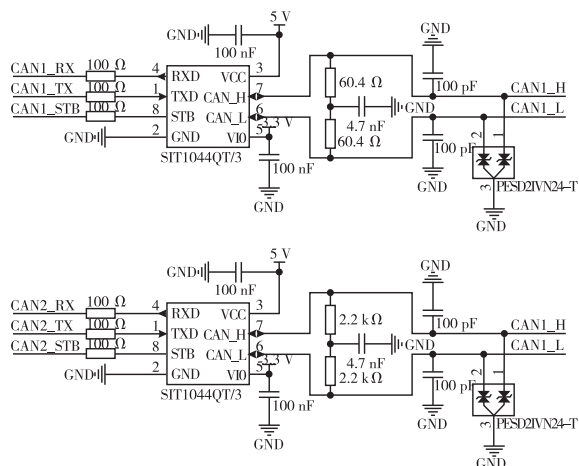


图7 CAN 模块电路图

LIN 通讯基于芯片特的 SIT1021QT 芯片设计,控制板包含 2 路 LIN 电路,其中一路为主节点设计,另一路为从节点设计,可以适配不同的产品。电路设计如图 8 所示。

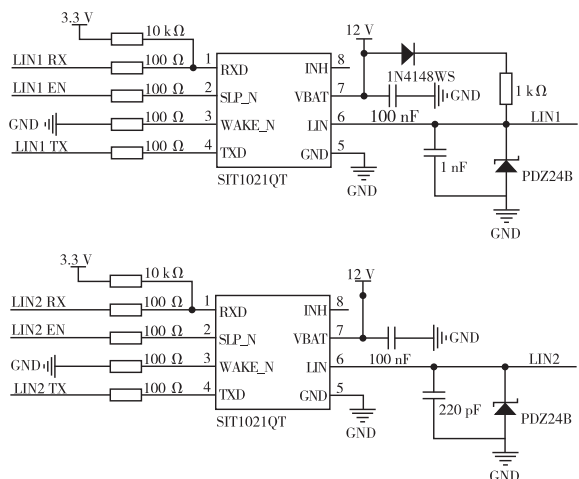


图8 LIN 模块电路图

自动检测台通过 RS232 与电脑连接,实现自动检测台与电脑端数据传输^[7],电脑上位机界面显示产品当前校验状态。RS232 通讯选择友台半导体 MAX3232E 芯片设计,电路设计如图 9 所示。

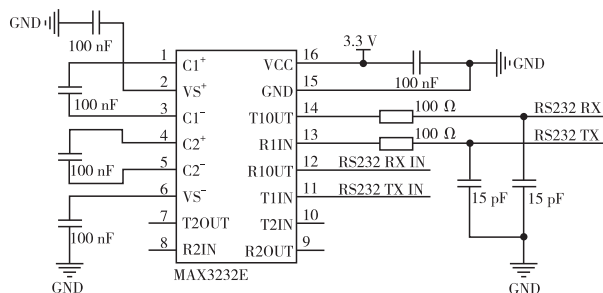


图9 RS232 模块电路图

以上就是自动检测台的整体硬件设计,各模块分别实现信号采集、处理、输出驱动、数据传输,最终电脑上位机显示检测结果。能够便捷、高效的完成产品检测。

3 软件系统设计

3.1 自动检测台软件配置

不同的产品功能不一,例如 BCM 控制灯光、雨刮等,DCM 控制车窗,SCM 控制座椅等,软件需根据不同的产品,配置对应的校验逻辑^[8]。自动检测台控制板依据我司现有产品,内设多款产品校验程序,依据上位机传输的信息,执行对应的校验程序,流程如图 10 所示。

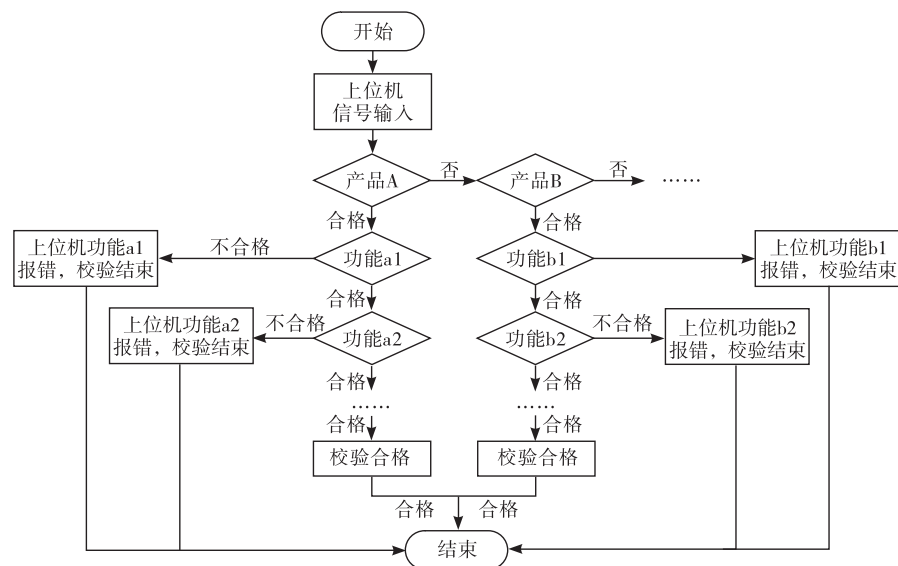


图10 控制板工作流程图

软件预留扩展位,新增产品时,软件刷写新程序即可。

3.2 上位机软件配置

上位机功能界面清晰,操作便捷,通过上位机界面选取产品型号,同时显示产品检测状态和检测结果。常态下校验状态指示灯和检测结果指示灯为灰色,检验状态为绿色表示正在检测中,检测结果为绿色表示校验合格,检测结果为红色表示校验不合格,问题清单同时显示不合格项具体内容。上位机界面如图 11 所示。

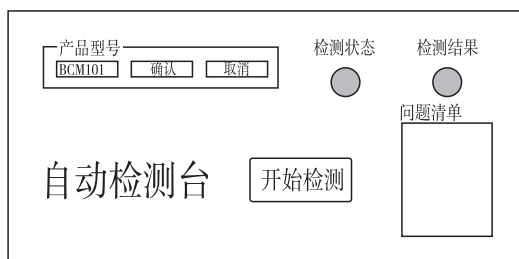


图 11 上位机界面

3.3 系统工作流程

自动检测台上电后软件进入初始化状态,上位机进行产品型号选型,操作上位机开始检测按键或自动校台启动按键,自动检测台进入检测状态:

- (1)检测中,上位机检测状态指示灯亮绿灯;
- (2)检测合格,上位机检测结果指示灯亮绿灯,校台合格指示灯亮绿灯,蜂鸣器不鸣叫;
- (3)检测不合格,上位机检测结果指示灯亮红灯,校台不合格指示灯亮红灯同时蜂鸣器鸣叫提示。

4 结构系统设计

4.1 自动检测台面板设计

自动检测台前面板包含 3 个按键,分别为启动按键,复用开关和复位按键;3 个指示灯,分别为电源指示灯、合格指示灯和不合格指示灯;部分产品需检测电流,兼容设计电流表安装位置,提供电流检测功能;校验结束有声光提示,蜂鸣器需设计开孔位置;接插件选择航空插头保证产品连接稳定可靠,防止线束接触不良导致信号误报。前面板设计如图 12 所示。

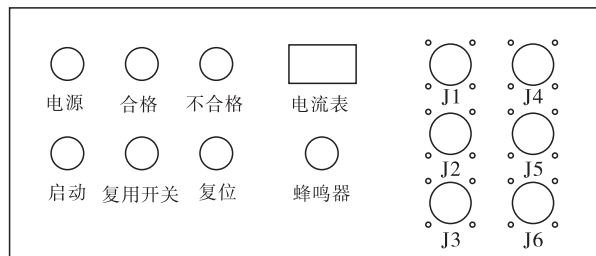


图 12 自动检测台前面板

自动检测台后面板包含开关、通讯接口和散热设计。开关为 220 V 电源输入;通讯接口为 CAN 通讯和 RS232 通讯接口,通讯接口选用 DB9 通用插头,保证通讯连接稳定可靠;散热选用风冷风扇。后面板设计如图 13 所示。



图 13 自动检测台后面板

5 测试与结果

为验证该自动检测台在实际应用场景中的可靠性,基于我司现有产品进行了一系列的实物测试^[9]。自动检测台实物如图 14 和 15 所示。上位机界面如图 16 所示。



图 14 自动检测台实物图正面

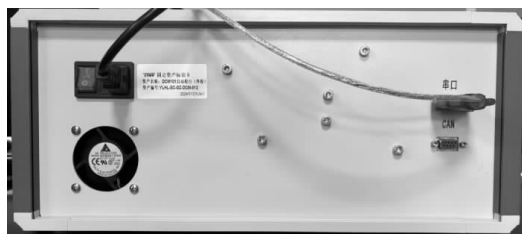


图 15 自动检测台实物图背面

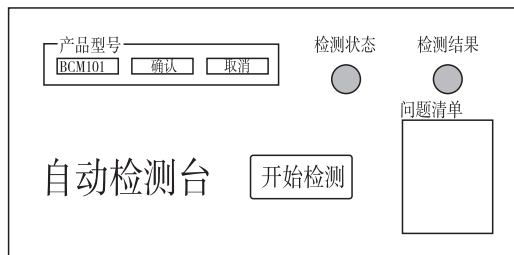


图 16 上位机界面

准备好测试件,将自动检测台与电脑连接,打开电脑上位机,开始测试,查看自动检测台能否准确判断产品不合格项并正确执行声光报警,测试结果如表 2 所示。

表 2 自动检测台测试结果

序号	功能	故障模式	检测结果	声光报警
1	转向灯	输入信号开路	转向灯故障	执行 声光报警
2		输入信号短路		
3		输出开路		
4		输出短路		
5	车窗	继电器粘连	车窗故障	执行 声光报警
6		输入信号开路		
7		输入信号短路		
8		输出开路		
9		输出短路		
.....				
N	——	无故障	合格	指示灯 亮绿灯

6 总结

该文设计并实现了一种基于国产 MCU AC78406 的自动检测台,当前汽车行业高速发展,质量管控、成本、生产效率成为大家关注的重点,客户对产线自动化率也提出了相应的要求。手动检测台效率低下,存在误判风险,自动检测台替代手动检测台是现阶段工业升级的大趋势,基于以上问题,设计了一种自动检测台。系统主要由自动检测台和上位机构成,目前市面上的自动检测台多为专用设计且价格高昂,大批量使用企业难以承受,该文设计的自动检测台兼容性广,实用性强,拓展性良好,能够适配多种产品应用。该系统操作简单,一键式启动,中途无需人工干预,员工进行简单培训即可上岗操作。在工业生产中,它可以提升产线自动化率,降低产品生产制造成本^[10],提高公司产品竞争力。

参考文献:

[1] 尹永福, 张海峰, 高健, 等. 基于线阵 CCD 的汽车仪表盘指针角度自动检测系统设计[J]. 汽车实用技术, 2023, 48(8): 78 – 83.

[2] 威海君奥电气有限公司. 一种汽车线束检测装置: CN 221765541 U[P]. 2024 – 09 – 27.

[3] 刘伟. 基于 ARM 架构的嵌入式自动检测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2022, 30(4): 51 – 55.

[4] 郭晓光, 钱宏文, 李星辉, 等. 航空机载智能接触器自动测试平台设计[J]. 工业仪表与自动化装置, 2023(5): 12 – 15 + 20.

[5] 马强, 周新明, 李兵. 多通道高精度汽车传感器自动标定系统设计[J]. 仪表技术, 2023(5): 22 – 26.

[6] 冯雪, 邵广亚, 王奇. 基于杰发 AC78406 的 OSEK 直接网络管理的设计与实现[J]. 汽车电器, 2024(2): 30 – 32.

[7] 吴锦锦. 一种支持串行总线验证检测的装置设计与实现[J]. 电脑与信息技术, 2023, 31(6): 5 – 7.

[8] 曹清源, 苏晓波, 侯伟盟. 基于实时操作系统和可变速率控制器局域网的车载统一诊断服务设计方案[J]. 工业仪表与自动化装置, 2024(6): 104 – 108.

[9] Mohammad Abboush, Christoph Knieke, Andreas Rausch. Representative Real – Time Dataset Generation Based on Automated Fault Injection and HIL Simulation for ML – Assisted Validation of Automotive Software Systems[J]. Electronics, 2024, 13(2): 437.

[10] 解源, 金红霞. 智慧工厂中自动化检测设备的应用效果与效益分析[J]. 制造业自动化, 2023, 45(6): 154 – 158.