

# 团 体 标 准

T/GDCKCJH 058—2022

## 汽车域控制器(DCU)自动化测试线 通用要求

General requirements for automatic testing line of vehicle domain  
control unit

2022-02-08 发布

2022-02-08 实施



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语、定义和缩略语.....	1
4 构成与分类.....	2
5 要求.....	3

国家标准  
团体标准  
行业标准  
地方标准  
企业标准

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省测量控制技术与装备应用促进会提出并归口。

本文件起草单位：广州市华颐电子科技有限公司、广州市华颐智能信息科技有限公司、广东省测量控制技术与装备应用促进会。

本文件主要起草人：林镇秋、黄瑛娜、刘少昱、林少鹏、杨锦波、林先乐。

本文件为首次发布。

# 汽车域控制器(DCU)自动化测试线通用要求

## 1 范围

本文件规定了汽车域控制器(DCU)自动化测试线(以下简称“测试线”)的术语和定义、缩略语、构成与分类、要求。

本文件适用于汽车域控制器(DCU)自动化测试线,可作为制造商、使用者或第三方检测机构对测试线进行设计制造、检测的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

T/GDCKCJH 059—2022 汽车域控制器(DCU)自动化测试线接口规范

T/GDCKCJH 060—2022 汽车域控制器(DCU)自动化测试线检测方法

## 3 术语、定义和缩略语

### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1.1

**汽车域控制器** vehicle domain control unit; vehicle DCU

汽车电子可按功能划分为动力传动域、车身电子域、辅助驾驶域等多个域,利用多核 CPU/GPU 芯片相对集中地控制域内原本归属各个电子控制器(Electronic Control Unit; ECU)的大部分功能,形成有别于传统分布式架构、以功能域为单位的集成化控制器架构。

#### 3.1.2

**汽车域控制器自动化测试线** vehicle DCU automatic testing line

由高温老化、ATE 功能检测、无线和蓝牙测试、AOI 检测、QA 抽检等一系列测试工位所构成的汽车域控制器测试线。

#### 3.1.3

**高温老化工位** high temperature testing station

测试域控制器在高温环境下能否正常工作的测试单元。

#### 3.1.4

##### ATE 功能检测工位 ATE function testing station

对域控制器的收音机性能、LVDS 输出信号、USB 读取及负载能力、GPS/北斗收星能力和定位准确度、摄像头信号输入、总线(CAN/以太网/LIN)、静态电流等功能进行测试的测试单元。

#### 3.1.5

##### 无线和蓝牙测试工位 wireless and bluetooth testing station

在非信号模式下对域控制器里的 WIFI、蓝牙、4G/5G 等模块进行性能参数测试的测试单元。

#### 3.1.6

##### AOI 检测工位 AOI testing station

通过机器视觉对域控制器接口进行外观检测的测试单元。

#### 3.1.7

##### QA 抽检工位 QA testing station

通过人机交互模拟实车环境终端用户的使用和体验，对域控制器进行抽检测试的测试单元。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATE: 自动测试设备(automatic test equipment)

AOI: 自动光学检测(automated optical inspection)

QA: 品质保证(quality assurance)

DUT: 被测器件(device under test)

CAN: 控制器局域网(controller area network)

MCU: 微控制器(microcontroller unit)

GPIO: 通用接口总线(general-purpose interface bus)

RDS: 无线数据广播系统(radio data system)

DAB: 数字信号广播(digital audio broadcasting)

## 4 构成与分类

### 4.1 测试线构成

按测试流程顺序，测试线由高温老化、ATE 功能检测、无线和蓝牙测试、AOI 检测、QA 抽检等工位构成。图 1 为汽车域控制器自动化测试线工位架构框图。

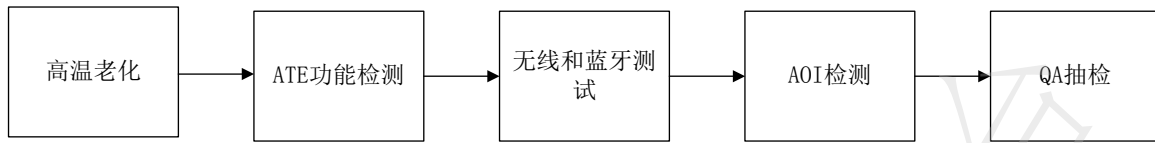


图1 汽车域控制器自动化测试线工位架构框图

## 4.2 测试线分类

按自动化程度分类，汽车域控制器自动化测试线可分为半自动化测试线、全自动化测试线，以满足域控制器半自动化或全自动化的生产模式。其中半自动化测试线是指在一条测试线上，只有部分机器联结起来，实现了自动控制与测量，另一部分作业仍由人工操作的测试线。全自动化测试线是指在一条测试线上，全部仪器、装置机器联结起来，实现了自动控制与测量功能。

## 4.3 测试线检测

测试线应按 T/GDCKCJH 060—2022 检测，各测试项目参数测量范围应满足要求，允差或不确定度应不大于被测量允差 1/3。

## 5 要求

### 5.1 测试环境及电源要求

#### 5.1.1 测试环境

试验应在室温  $(25\pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度为 15%RH~90%RH，大气压力为 86 kPa~106 kPa 的环境中进行。试验场地应配备完善的灭火、防爆等消防和应急设施。

#### 5.1.2 电源

高温老化工位应采用三相交流 380 V 电压供电，其它工位采用单相交流 220 V 电压供电。

### 5.2 设备要求

#### 5.2.1 高温老化工位

图2为高温老化工位设备架构框图，高温老化设备以及过压短路保护板电路分别通过USB总线、局域网 LAN 接口与上位工控机相连，系统采用计算机控制方式。

高温老化箱主要要求如下：

- a) 温度范围： $+10\sim 100^\circ\text{C}$ ，送风式，自动控温；
- b) 温度偏差： $\leq 2^\circ\text{C}$ ；
- c) 温度均匀度(空载时)： $\leq 2^\circ\text{C}$ ；
- d) 温度波动度： $\leq 0.5^\circ\text{C}$ ；

e) 升温速率： $\geq 3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ (空载时)。

过压短路保护板主要要求为：

- a) 当老化电源输出电压超过规定的上限电压时，首先限制输出功率，若电压继续上升，则断开供电电路；
- b) 当老化电源输出电流急剧上升引发短路故障时，电源输出回路中适当配置的熔断器应快速熔断，切断电源输出。

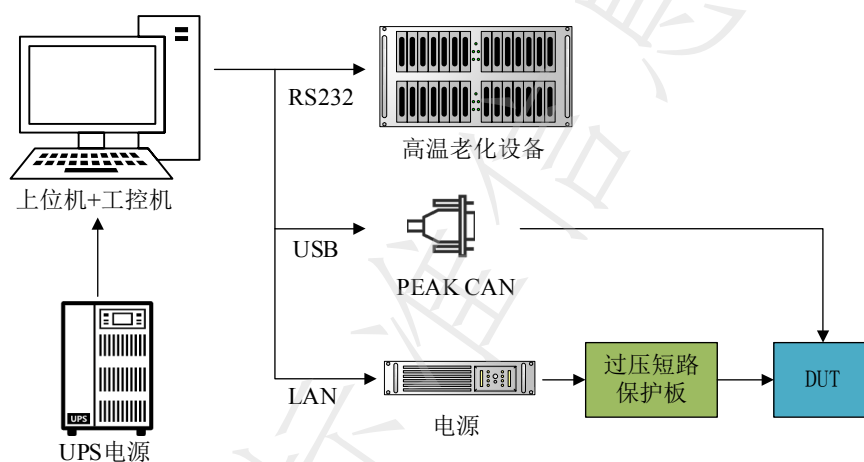


图 2 高温老化工位设备架构框图

## 5.2.2 ATE 功能检测工位

### 5.2.2.1 总体构成

ATE 功能检测工位由 CAN 汽车总线、AM/FM/RDS/DAB、蓝牙功能、USB 输出、LVDS 信号输出、摄像头输入信号、静态电流、GPS/北斗信号、以太网等测试项目构成，其总体设备架构如图 3 所示。ATE 自动化测试系统主要是检测汽车电子产品的功能是否达到设计标准。配置图 3 所示的仪器仪表、数据采集卡以及测试软件，实现汽车电子产品功能指标的测试，把所测试数据存储在工控机，并上传到数据库或者服务器，方便随时调用。

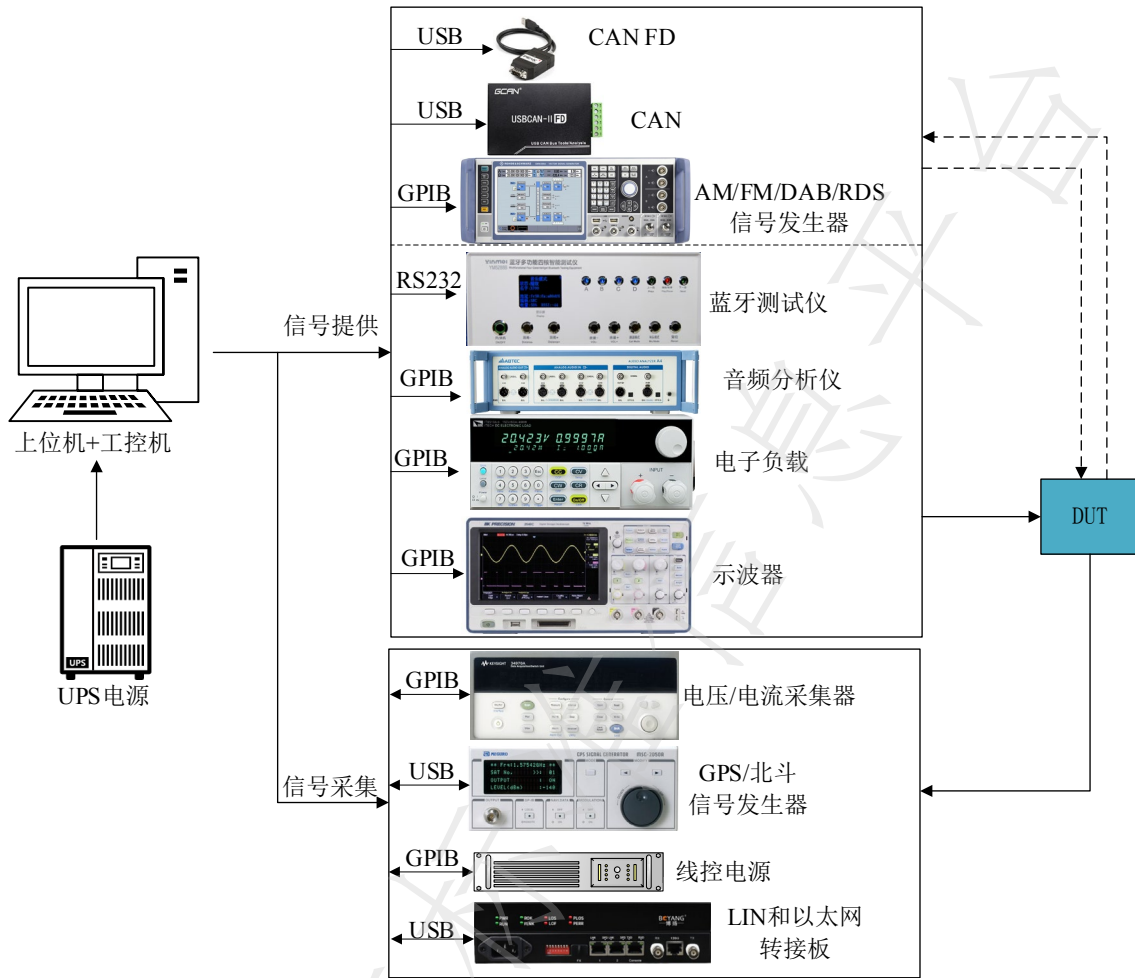


图3 ATE 功能检测工位总体设备架构框图

### 5.2.2.2 CAN 汽车总线测试

CAN 汽车总线测试项目的设备架构如图 4 所示。CAN 总线主要用在车身控制、动力传动系统、ABS、发动机控制、汽车测试台架等部件。由线控电源为汽车 CAN 系统供电，工控机控制线控电源为 CAN 系统供电，并控制 CAN 盒向汽车各 CAN 控制单元发送 CAN\_H、CAN\_L 信号，电压采集器采集 CAN 电平信号。

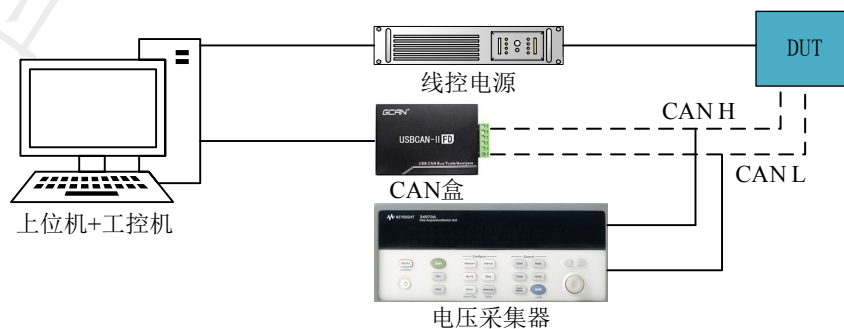


图4 CAN 汽车总线测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.3 AM/FM/RDS/DAB 测试

AM/FM/RDS/DAB 测试项目的设备架构如图 5 所示。工控机控制线控电源为汽车影音系统供电，并控制信号发生器输出车载影音系统所需 AM/FM/RDS/DAB 信号，工控机通过 CANFD 控制各影音系统工作；由音频分析仪完成音频信号交直流电压、信号频率、谐波失真、信噪比等参数的测试分析。

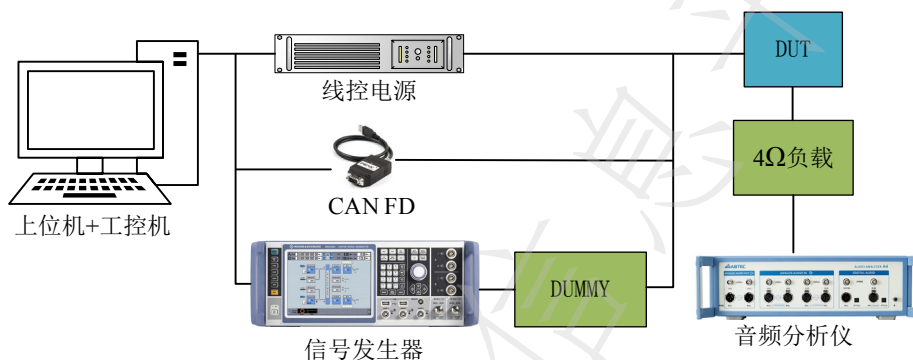


图 5 AM/FM/RDS/DAB 测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.4 蓝牙功能测试

蓝牙功能测试项目的设备架构如图 6 所示。工控机控制线控电源为汽车蓝牙系统供电，并通过 CANFD 控制各蓝牙系统工作，工控机控制蓝牙测试仪完成蓝牙信号的接收工作，音频分析仪分析蓝牙信号的交直流电压、信号频率、谐波失真、信噪比等参数。

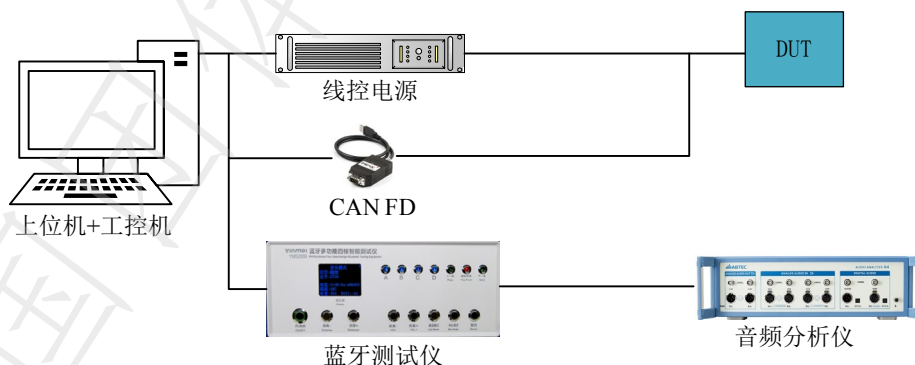


图 6 蓝牙功能测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.5 USB 输出测试

USB 输出测试项目的设备架构如图 7 所示。工控机控制线控电源为汽车 USB 系统供电，并通过 CANFD 控制各 USB 接口工作，电子负载通过偏置器加载电流，通过 U 盘输入音频信号，由音频分析仪分析音频信号的交直流电压、信号频率、谐波失真、信噪比等参数。

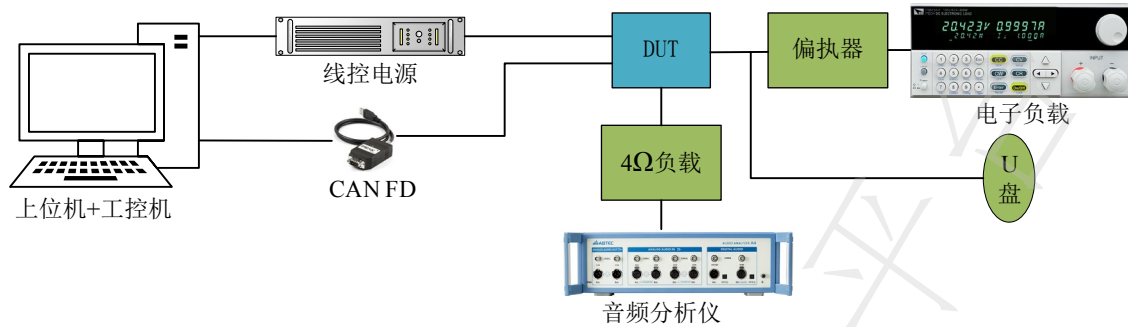


图 7 USB 输出测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.6 LVDS 信号输出测试

LVDS 信号输出测试项目的设备架构如图 8 所示。工控机控制线控电源为汽车 LVDS 系统供电，并通过 CANFD 控制 LVDS 系统工作，示波器测试 LVDS 输出的数字视频信号。

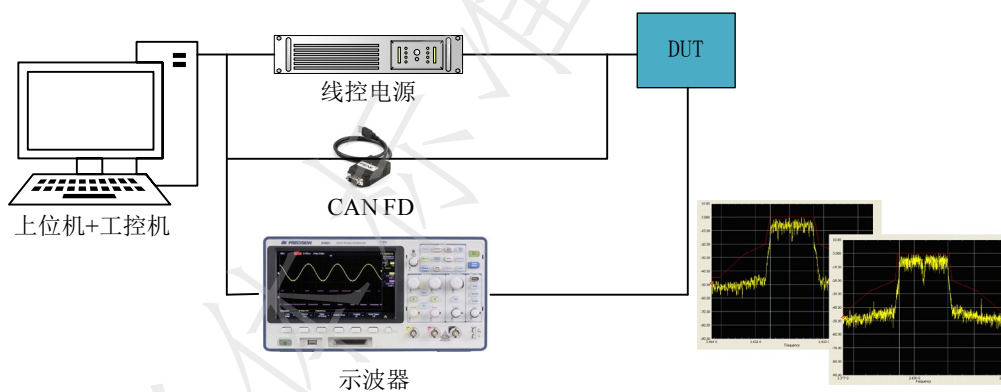


图 8 LVDS 信号输出测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.7 摄像头输入信号测试

摄像头输入信号测试项目的设备架构如图 9 所示。工控机控制线控电源为汽车摄像信号处理系统供电，并通过 CANFD 控制摄像信号处理系统工作，摄像头输入的视频、音频信号，电子负载通过偏置器加载电流。

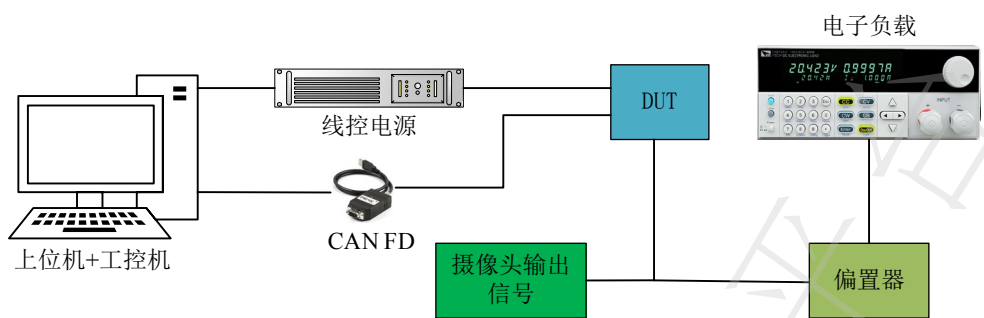


图 9 摄像头输入信号测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.8 静态电流测试

静态电流测试项目的设备架构如图 10 所示。工控机控制线控电源为汽车电子产品系统供电，并通过 CANFD 控制电子产品系统工作，电压电流采集器通过电压电流开关分时采集电子产品的电压电流信号。

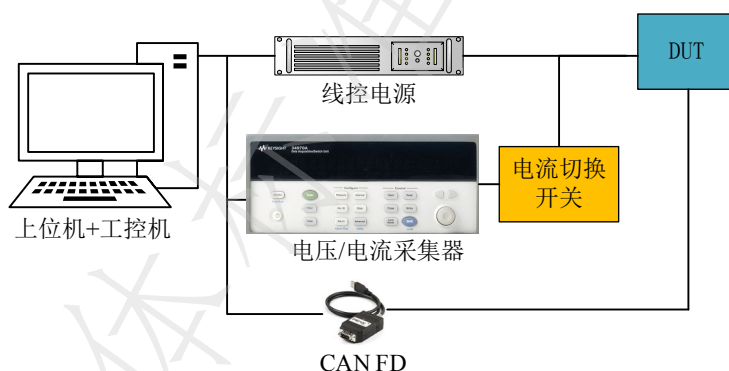


图 10 静态电流测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.9 GPS/北斗信号测试

GPS/北斗信号测试项目的设备架构如图 11 所示。工控机控制线控电源为汽车 GPS/北斗信号系统供电，并通过 CANFD 控制 GPS/北斗信号系统工作，工控机控制信号发生器模拟发送信号给 GPS/北斗信号系统。

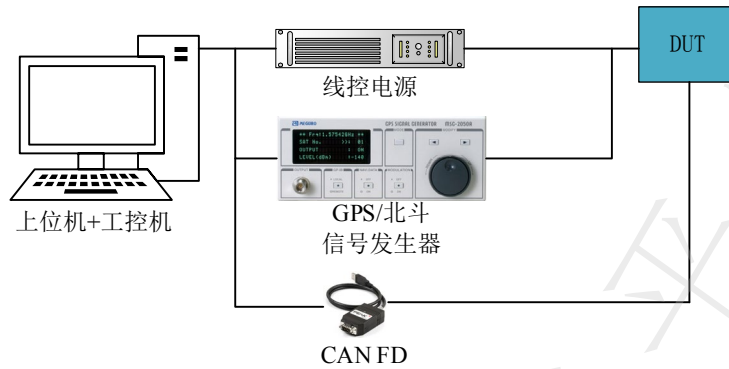


图 11 GPS/北斗信号测试项目的设备架构框图

### 5.2.2.10 以太网测试

以太网测试项目的设备架构如图 12 所示。工控机控制线控电源为汽车以太网接口供电，并通过 LIN 和以太网转换板发送测试数据给汽车以太网接口。工控机通过转接板与 DUT 接通，工控机通过 CMD 命令来 ping DUT 的以太网，发送网络数据包给 DUT，DUT 发送 ping 网络数据，记录数据响应时间、丢包率。



图 12 以太网测试项目的设备架构框图

### 5.2.3 无线和蓝牙测试工位

无线和蓝牙测试工位的设备架构如图 13 所示。工控机通过 USB 接口控制 CMW100 无线综合测试仪工作，同时通过 CANFD 控制射频信号屏蔽箱的开闭状态；CMW100 无线综合测试仪通过 RF 射频信号线与汽车无线/蓝牙系统连接，并对其通信性能进行测试。

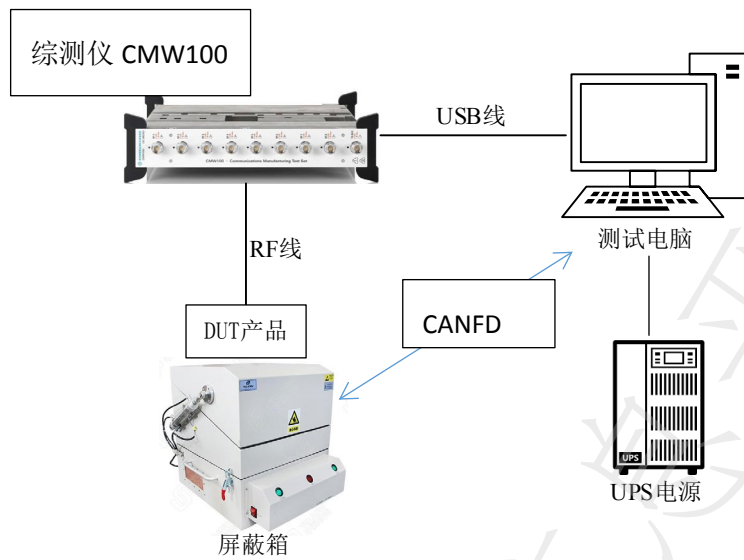


图 13 无线和蓝牙测试工位设备架构框图

#### 5.2.4 A0I 检测工位

A0I 检测工位的设备架构如图 14 所示。工控机通过串口发出指令给 A0I 检测工位控制电路，控制驱动电路输出所需的电功率驱动伺服电机带动工作台运转，工作台上的传感器控制其测试位置和转动角度。在工作台上方设置光源，CCD 置于摄像头在工作台上方拍摄汽车的外观形貌。

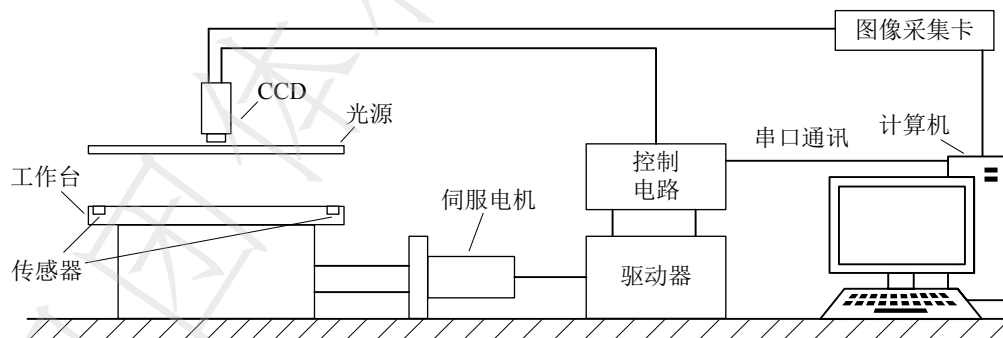


图 14 A0I 检测工位设备架构框图

#### 5.2.5 QA 抽检工位

QA 抽检工位的设备架构如图 15 所示。抽取汽车样品，将汽车域控制器与汽车的仪表、中控显示器、抬头显示器 HUD、空调控制器、各种摄像头相连接；在 QA 抽检工位对各连接状态能否正常工作进行测试。

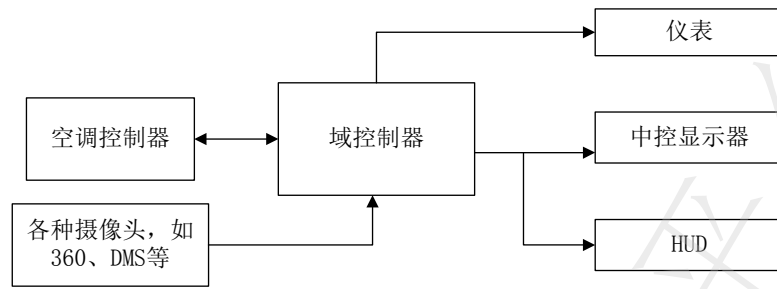


图 15 QA 抽检工位设备架构框图

### 5.2.6 接口要求

测试线的引脚及接插件接口应符合 T/GDCKCJH 059—2022 要求。

## 5.3 功能及技术性能要求

### 5.3.1 高温老化工位

在高温老化测试过程中，被测产品应满足表 1 所示指标要求，高温老化时间 72 h。

表 1 高温老化工位测试指标要求

测试指标	指标要求
产品 MCU 温度	高温储存极限试验温度：70℃；高温额定工作试验温度：50℃。
产品状态	正常

### 5.3.2 ATE 功能检测工位

在 ATE 功能检测过程中，被测产品应满足表 2 所示指标要求。

表 2 ATE 功能检测工位测试指标要求

测试项目	测试指标	指标要求
CAN 汽车总线测试	产品版本号	具体要求由产品决定
	产品状态	正常
	CAN L 和 CAN H 电压差	有信号时：CAN_H=3.5 V，CAN_L=1.5 V 无信号时：CAN_H=CAN_L=2.5 V
AM/FM/RDS/DAB 测试	Fieldstrength	47 DbuV~51 DbuV
	SNR	60 Db~90 Db
	电平	1.05 V~1.79 V

表 2 ATE 功能检测工位测试指标要求 (续)

测试项目	测试指标	指标要求
蓝牙输出测试	信号源输入频率	蓝牙使用频段: 2.4 GHz ~ 2.485 GHz ISM(Industry Science Medicine)
	电平	蓝牙的输出电平有 3 种距离等级, Class1: 100 m, Class2: 10 m, Class3: 2 m~3 m。
USB 输出测试	信号源输入频率	速率为 480 Mbps, 换算频率为 240 MHz
	电平	4.4 V~5.25 V
LVDS 信号输出测试	输入信号和输出信号一致性	电压差±350 mV
摄像头输入信号测试	摄像头输入信号	帧率≥20 帧/s 有效像素不低于 1280×720 信噪比不小于 30 dB 系统延迟不大于 100 ms
静态电流测试	静态电流	静态电流: 20 mA
GPS/北斗信号测试	星的数量	(1) GPS: 27 个运作卫星和 3 个备份卫星; (2)北斗: 55;
	星的经纬度	(1) GPS: 卫星轨道面相对于地球赤道面的轨道倾角为 55°, 各轨道平面的升交点的赤经相差 60°, 一个轨道平面上的卫星比西边相邻轨道平面上的相应卫星升交角距超前 30°。 (2) 北斗: 3 颗静止轨道卫星定点位置为东经 80°、110.5°、140°, 中地球轨道卫星运行在 3 个轨道平面上, 轨道平面之间为相隔 120° 均匀分布。
	信号强度	(1) GPS: 定位准确度 20 m~50 m; 速度准确度 0.1 m/s; 相对定位准确度可达毫米级。 (2) 北斗: 定位准确度为 25 m, 测速准确度 0.2 m/s, 授时准确度 50 ns; 伪距相位控制精度优于 0.02 m; 伪距变化率精度优于 0.005 m/s; 通道间一致性 0.5 ns。
各种传感器输入输出信号测试	电平 传感参数	根据汽车域控制器的传感器参数信号范围, 检测其相应的参数。
以太网测试	数据响应时间	使用 httping 做 api 响应时间测试
	丢包率	用 ping、mtr、traceroute 进行网络丢包分析。

## 5.3.3 无线和蓝牙测试工位

在无线和蓝牙测试过程中，被测产品应满足表 3、表 4 所示指标要求。

表 3 无线和蓝牙测试工位的无线测试指标要求

WIFI Module (频段)	测试指标	指标要求
IEEE 802.11a - Conductive Test (5 GHz)	发射功率电平	7~18, <20 dBm
	发送信号频谱模版	
	发射中心频率偏差	$\pm 20 * 10^{-6}$
	符号时钟频率偏差	$\pm 20 * 10^{-6}$
	发射功率上升时间	从 10% 到 90% $\leq 2 \mu s$
	发射功率下降时间	从 90% 到 10% $\leq 2 \mu s$
	接收最小输入信号电平	$\leq -65 \text{ dBm}$
	接收最大输入信号电平	$\geq -30 \text{ dBm}$
IEEE 802.11b - Conductive Test (2.4 GHz)	发射功率电平	10~18, <20 dBm
	发送信号频谱模版	
	发射中心频率偏差	$< 25 * 10^{-6}$
	码片时钟频率偏差	$< 25 * 10^{-6}$
	发射功率上升时间	从 10% 到 90% $\leq 2 \mu s$
	发射功率下降时间	从 90% 到 10% $\leq 2 \mu s$
	矢量误差幅度	<35%的数据速率为 11 Mbps
	接收最小输入信号电平	$\leq -76 \text{ dBm}$
接收最大输入信号电平	$\geq -10 \text{ dBm}$	
	临道抑制	$\geq 35 \text{ dB}$ , PRE<8%, 在 25 MHz 间隔, 数据速率为 11 Mbps

表3 无线和蓝牙测试工位的无线测试指标要求 (续)

WIFI Module (频段)	测试指标	指标要求
IEEE 802.11g - Conductive Test (2.4 GHz)	发射功率电平	10~18, <20 dBm
	发送信号频谱模版	
	发射中心频率偏差	$<25 * 10^{-6}$
	符号时钟频率偏差	$<25 * 10^{-6}$
	发射功率上升时间	从 10% 到 90% $\leq 2 \mu s$
	发射功率下降时间	从 90% 到 10% $\leq 2 \mu s$
	矢量误差幅度	$<-25 \text{ dB}$ 在数据速率为 54 Mbps 条件下
	接收最小输入信号电平	$\leq -65 \text{ dBm}$
接收最大输入信号电平	$\geq -20 \text{ dBm}$	
IEEE 802.11n - Conductive Test (2.4 GHz/5 GHz)	发射功率电平	10 dBm~20 dBm, <20 dBm
	发送信号频谱模版	<p>20 MHz:</p> <p>40 MHz:</p>
	发射中心频率偏差	2.4 GHz 频段: $<25 * 10^{-6}$ , 5 GHz 频段: $<\pm 20 * 10^{-6}$
符号时钟频率偏差	2.4 GHz 频段: $<25 * 10^{-6}$ 5 GHz 频段: $<20 * 10^{-6}$	

表 3 无线和蓝牙测试工位的无线测试指标要求 (续)

WIFI Module (频段)	测试指标	指标要求
IEEE 802.11n - Conductive Test (2.4 GHz/5 GHz)	发射功率上升时间	从 10% 到 90% $\leq 2 \mu s$
	发射功率下降时间	从 90% 到 10% $\leq 2 \mu s$
	接收最小输入信号电平	$\leq -64 \text{ dBm}$
	接收最大输入信号电平	$\geq -30 \text{ dBm}$

表 4 无线和蓝牙测试工位的蓝牙测试指标要求

BT Module 测试指标		指标要求
输出功率 (Class 1)	最小平均 Average MIN	$> -6 \text{ dBm}$
	最大平均 Average MAX	$< 4 \text{ dBm}$
	峰值功率 Peak Power	$< 23 \text{ dBm}$
	平均功率 Average Power	$(0 \pm 3) \text{ dBm}$
功率控制	最大功率步进 Max Power Step	$\leq 8 \text{ dB}$
	最小功率步进 Min Power Step	$\geq 2 \text{ dB}$
初始载波频率		$< 75 \text{ kHz}$
载波漂移 (DH1)	载波频率漂移 Carrier Frequency Drift	$\leq 25 \text{ kHz}$
	漂移率 Drift Rate	$< 20 \text{ kHz}/50 \mu s$
载波漂移 (DH3)	载波频率漂移 Carrier Frequency Drift	$\leq 40 \text{ kHz}$
	漂移率 Drift Rate	$< 20 \text{ kHz}/50 \mu s$
载波漂移 (DH5)	载波频率漂移 Carrier Frequency Drift	$\leq 40 \text{ kHz}$
	漂移率 Drift Rate	$< 20 \text{ kHz}/50 \mu s$
调整特性	$f_1 \text{ avg}$	$(140 < x < 175) \text{ kHz}$
	$f_2 \text{ max}$	$\geq 115 \text{ kHz}$
	$f_2 \text{ avg}/f_1 \text{ avg}$	$\geq 0.8 \text{ kHz}$
单时隙灵敏度 (@-70 dBm) (DH1)		BER (%) $\leq 0.1\%$
多时隙灵敏度 (@-70 dBm) (DH3)		BER (%) $\leq 0.1\%$
多时隙灵敏度 (@-70 dBm) (DH5)		BER (%) $\leq 0.1\%$
最大输入电平		BER (%) $\leq 0.1\%$

## 5.3.4 AOI 检测工位

在 AOI 检测过程中，被测产品应满足表 5 所示要求。

表 5 AOI 检测工位测试项目要求

测试项目	指标要求
插座及 PIN 脚	插座及 PIN 脚是否有异常(如折弯 长度不足 变形)
贴纸、条形码、二维码	正确识别贴纸、条形码、二维码内容
安装支架	安装支架定位精度符合产品要求
接口	型号安装正确

### 5.3.5 QA 抽检工位

在 QA 抽检过程中，被测产品应满足表 6 所示指标要求。

表 6 QA 抽检工位测试指标要求

测试指标	指标要求
域控制器和仪表的通信	仪表正常显示 LVDS 信号
域控制器和中控显示屏通信	显示屏各个信息正常显示
域控制器和 HUD 的通信	HUD 正确显示各个信号
各种摄像头与域控制器的通信	摄像头信息正常显示
域控制器和空调控制器显示屏通信	显示屏信息正常变化