报告编号：RP201806-T3NSE-RP-20190525-004

试 验 报 告

< MDD-01C\_DV电气负荷试验>

编制：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

校对：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

审核：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

会签：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

批准：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

苏 州 国 方 汽 车 电 子 有 限 公 司

目录

[测试项目及结果汇总 5](#_Toc8494)

[测试设备统计 6](#_Toc15572)

[一、测试要求 7](#_Toc27157)

[1.1性能等级分类 7](#_Toc16741)

[1.2参考国际标准 8](#_Toc16172)

[1.3测试条件 8](#_Toc6118)

[二、样品描述 9](#_Toc16378)

[2.1工作原理 9](#_Toc30632)

[2.2 ECU 功能框图 9](#_Toc11471)

[2.3引脚定义 10](#_Toc29941)

[2.4工作模式 12](#_Toc12577)

[三、TEST 13](#_Toc7290)

[3.1过电压与反电压实验 13](#_Toc8648)

[3.1.1直流供电电压试验 13](#_Toc1795)

[3.1.1.1测试条件及结果 13](#_Toc22099)

[3.1.1.2测试方法 13](#_Toc4110)

[3.1.1.3测试结果 14](#_Toc15817)

[3.1.2过电压试验 19](#_Toc28162)

[3.1.2.1测试条件及结果 19](#_Toc4745)

[3.1.2.2测试方法 19](#_Toc8459)

[3.1.2.2测试统计 20](#_Toc28209)

[3.1.3反向电压试验 22](#_Toc5610)

[3.1.3.1测试条件及结果 22](#_Toc17839)

[3.1.3.2测试方法 22](#_Toc1086)

[3.1.3.3测试结果 23](#_Toc22251)

[3.2开路与短路实验 26](#_Toc3082)

[3.2.1开路试验 26](#_Toc7337)

[3.2.1.1测试条件及结果 26](#_Toc29835)

[3.2.1.2测试方法 26](#_Toc17043)

[3.2.1.3测试统计 26](#_Toc16027)

[3.2.2短路保护试验 29](#_Toc8852)

[3.2.2.1测试条件及结果 29](#_Toc3882)

[3.2.2.2测试方法 29](#_Toc24027)

[3.2.2.3测试结果 30](#_Toc23195)

[3.3供电不理想实验 32](#_Toc30542)

[3.3.1叠加交流电试验 32](#_Toc16400)

[3.3.1.1测试条件及结果 32](#_Toc16942)

[3.3.1.2测试方法 33](#_Toc15321)

[3.3.1.3测试搭建 33](#_Toc20280)

[3.3.1.4测试统计 33](#_Toc21162)

[3.3.2供电电压缓升缓降试验 35](#_Toc5011)

[3.3.2.1测试条件及结果 35](#_Toc9036)

[3.3.2.2测试方法 35](#_Toc8250)

[3.3.2.3测试统计 36](#_Toc31441)

[3.3.3供电电压瞬降试验 38](#_Toc13779)

[3.3.3.1测试条件及结果 38](#_Toc10152)

[3.3.3.2测试方法 39](#_Toc8200)

[3.3.3.3测试统计 39](#_Toc27131)

[3.3.4电压骤降复位试验 39](#_Toc23774)

[3.3.4.1测试条件及结果 39](#_Toc5171)

[3.3.4.2测试方法 40](#_Toc30628)

[3.3.4.3测试统计 41](#_Toc17582)

[3.3.5启动特性 43](#_Toc31851)

[3.3.5.1测试条件及结果 43](#_Toc10709)

[3.3.5.2测试方法 43](#_Toc20517)

[3.3.5.3测试搭建 44](#_Toc3131)

[3.3.5.4测试统计 44](#_Toc23263)

[版本修订说明 47](#_Toc30319)

测试项目及结果汇总

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 直流供电电压试验 | ISO 16750-2 | 功能等级A | PASS |
| 过电压试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C | PASS |
| 反向电压试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C | PASS |
| 开路试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C | PASS |
| 短路保护试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C | PASS |
| 叠加交流电试验 | ISO 16750-2 | 等级 Ⅱ/功能等级A | PASS |
| 供电电压缓升缓降试验 | ISO 16750-2 | 功能等级A | PASS |
| 供电电压瞬降试验 | ISO 16750-2 | 功能等级B | PASS |
| 电压骤降复位试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C | PASS |
| 启动特性试验 | ISO 16750-2 | 等级 Ⅱ/功能等级A | PASS |

# 测试设备统计

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NSG 5600 | TESTEQ | NSG 5601 |
| NSG 5500 | TESTEQ | NSG 5500-1 |
| PA 5840 | TESTEQ | PA 5840 |
| 可编程电源 |  | ZY6972 |

# 一、测试要求

## 1.1性能等级分类

所有分类用于全部装置或系统的功能状态。

A 类：装置或系统在施加骚扰期间和之后，能执行其预先设计的所有功能。

B 类：装置或系统在施加骚扰期间，能执行其预先设计的所有功能；然而，可以有一项或多项指标超出规定的偏差。所有功能在停止施加骚扰之后，自动恢复到正常工作范围内。存储功能应维持A类水平。

C 类：装置或系统在施加骚扰期间，不执行其预先设计的一项或多项功能，但在停止施加骚扰之后能自动恢复到正常操作状态。

D 类：装置或系统在施加骚扰期间，不执行其预先设计的一项或多项功能，直到停止施加骚扰之后，并通过简单的“操作或使用”复位动作，才能自动恢复到正常操作状态。

E 类：装置或系统在施加骚扰期间和之后，不执行其预先设计的一项或多项功能，且如果不修理或不替换装置或系统，则不能恢复其正常操作。

DUT（发动机控制器）进行抗干扰测试时应使用上位机监控其运行状态，上位机与DUT或辅助测试设备（负载箱）间通过光纤通讯。监控软件及程序需要单独开发，一般与负载箱配套。

测试期间即之后，DUT数字输入信号无报错、模拟信号采集在精度允许范围内（±5%），驱动输出正常工作即A类功能状态等级。

测试期间，DUT出现数字信号采集错误，模拟信号采集超过精度允许范围（±5%），其它功能正常，即B类功能状态等级。

测试期间，DUT某一或多项功能不执行（如喷油），或控制器出现复位，停止测试后自动恢复正常即C类功能状态等级。

D、E状态测试期间极少出现，不再单独描述。

## 1.2参考国际标准

本文所有试验项目均根据汽车电子行业相关国标要求，并结合客户需求与产品性能而拟定。具体引用的国标试验标准如下：

ISO 16750-1 道路车辆-电气和电子设备的环境条件和试验：一般规定

ISO 16750-2 道路车辆-电气和电子设备的环境条件和试验：电器负荷

ISO 16750-3 道路车辆-电气和电子设备的环**境条件和试验**

## 

## 1.3测试条件

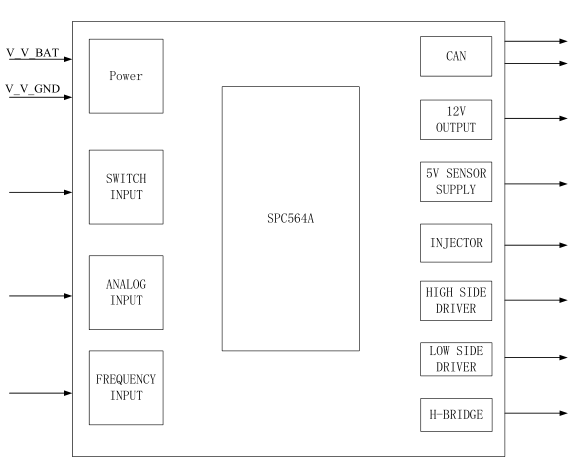
|  |  |
| --- | --- |
| 工作电压/（单位 V） | 24V |
| 工作温度/（单位℃） | -40℃～120℃ |
| 相对湿度/（单位 RH） | 25%RH~95%RH |

# 二、样品描述

## 2.1工作原理

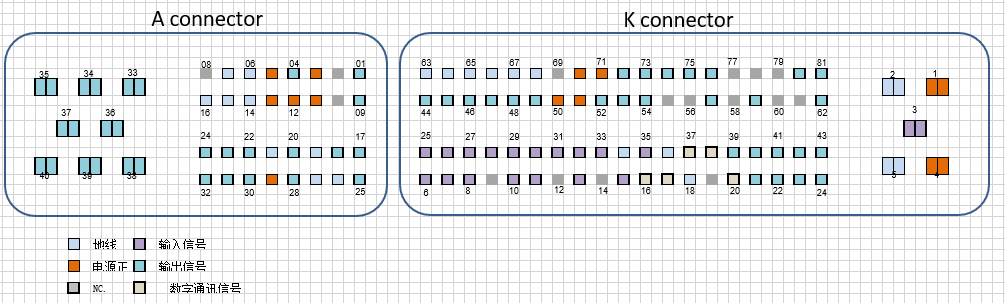
ECU（ electronic control unit ）即电子控制单元，泛指汽车上所有电子控制系统，它是由输入电路、微机和输出电路等三部分组成。工作原理：输入电路接受传感器和其它装置输入的信号，对信号进行过滤处理和放大，然后转换成一定伏特的输入电平；从传感器送到ECU输入电路的信号既有模拟信号也有数字信号，输入电路中的模／数转换器可以将模拟信号转换为数字信号，然后传递给微机；微机将上述已经预处理过的信号进行运算处理，并将处理数据送至输出电路；输出电路将数字信息的功率放大，有些还要还原为模拟信号，使其驱动被控的调节伺服元件工作。

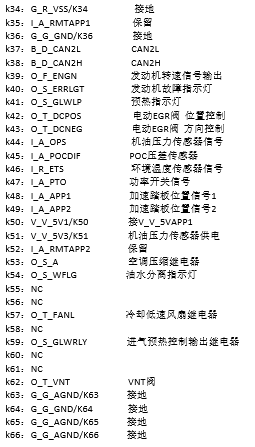
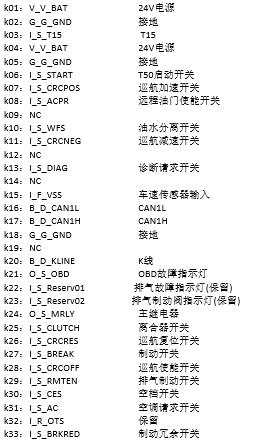
## 2.2 ECU 功能框图

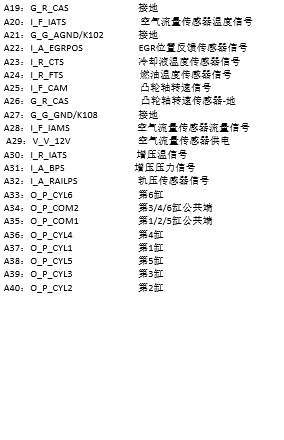
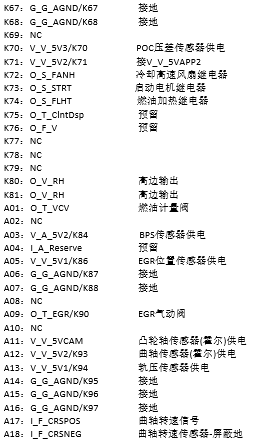
****

**图1 ECU功能框图**

## 2.3引脚定义

****

****

****

## 2.4工作模式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ISO 16750-1中定义的工作模式 | ECU模式功能描述 | 试验中需测试功能/性能 |
| 1.1 | 不向 ECU 供电；ECU 不连接线束， | 无 |
| 1.2 | 不向 ECU 供电；ECU 连接到线束； | 无 |
| 2.1 | ECU 在UB 电压下带电运  行；系统/组件功能不激活（睡眠）； | 供电电压为 24V，即模拟发动机未启动时供电电压，K01和K04 都连接电源正极，K02 和 K05 都连接电源负极，测试时钥匙开关不打开。不能进行 CAN 通讯。 |
| 2.2 | ECU 在UB 电压下控制在典型 ISO 16750-1 中定义  的工作模式； | 供电电压为 24V，即模拟发动机未启动时供电电压，K01  和K04 都连接电源正极，K02 和 K05 都连接电源负极，测  试时打开钥匙开关，CAN 通讯正常。 |
| 3.1 | ECU 在UA 电压下带电运  行；系统/组件功能不激活（睡眠）； | 供电电压为 UA，即模拟发动机已启动时供电电压，K01 和  K03 都连接电源正极，测试时钥匙开关不打开。不能进行  CAN 通信。 |
| 3.2 | ECU 在UA 电压下控制在典型 ISO 16750-1 中定义  的工作模式； | 供电电压为 UA，即模拟发动机已启动时供电电压，K01 和  K04 都连接电源正极，测试时 K02 和 K05 上电，打开钥匙开关。CAN 通讯正常。 |

# 三、TEST

## 3.1过电压与反电压实验

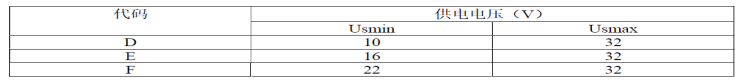
### 3.1.1直流供电电压试验

### 3.1.1.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级A |
| 测试结果 | PASS |

### 3.1.1.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.2 中测量方法，按照表 1 对受试装置（ECU）的有效输入端供电， 并测量电压值。按表 1 列出的电压试验，不受时间限制。



### 3.1.1.3测试结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | 读值 | |  |  |  |  |  | 标准值 | 误差范围 | 判定 | 描述 |
| 功能测试 | 试验后 | 8V | 9V | 12V | 16V | 32V |
| Test\_AI\_5VAPP1 | 4780 | 4857 | 4905 | 4890 | 4786 | 4890 | 4905 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电1 |
| Test\_AI\_5VAPP2 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电2 |
| Tes\_AI\_APP1 | 5017 | 5028 | 5011 | 5003 | 5034 | 5003 | 5011 | 5000 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号1 |
| Test\_AI\_APP2 | 2566 | 2578 | 2559 | 2551 | 2564 | 2551 | 2559 | 2500 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号2 |
| Test\_AI\_BPS | 1313 | 1327 | 1311 | 1321 | 1345 | 1321 | 1311 | 1300 | ±5% | PASS | 涡轮增压器压力传感器 |
| Test\_AI\_CTS | 2306 | 2328 | 2328 | 2322 | 2305 | 2322 | 2328 | 2300 | ±5% | PASS | 冷却液温度 |
| Test\_AI\_DIA1 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 曲轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_DIA2 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 凸轮轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_EGROPS | 946 | 946 | 949 | 948 | 949 | 948 | 949 | 950 | ±5% | PASS | EGR位置反馈传感器信号 |
| Test\_AI\_ENVPS | 3819 | 3857 | 3855 | 3824 | 3845 | 3824 | 3855 | 3850 | ±5% | PASS | 环境压力传感器 |
| Test\_AI\_ETS | 2233 | 2253 | 2243 | 2256 | 2261 | 2256 | 2243 | 2250 | ±5% | PASS | 环境温度 |
| Test\_AI\_FTS | 1760 | 1783 | 1768 | 1779 | 1788 | 1779 | 1768 | 1780 | ±5% | PASS | 燃油温度传感器 |
| Test\_AI\_HighSDIA | 89 | 91 | 88 | 91 | 93 | 91 | 88 | 90 | ±5% | PASS | 高边驱动诊断 |
| Test\_AI\_IATS | 1925 | 1943 | 1929 | 1946 | 1935 | 1946 | 1929 | 1950 | ±5% | PASS | 涡轮增压器温度传感器 |
| Test\_AI\_Mrelay\_DIA | 1084 | 1133 | 1121 | 1099 | 1113 | 1099 | 1121 | 1100 | ±5% | PASS | T15输入诊断信号 |
| Test\_AI\_OPS | 1294 | 1307 | 1302 | 1299 | 1304 | 1299 | 1302 | 1300 | ±5% | PASS | 机油压力 |
| Test\_AI\_OTS | 4996 | 5000 | 5001 | 5009 | 4992 | 5009 | 5001 | 5000 | ±5% | PASS | 机油温度 |
| Test\_AI\_PTO | 4913 | 4965 | 4988 | 4916 | 4979 | 4916 | 4988 | 5000 | ±5% | PASS | 功率开关信号 |
| Test\_AI\_RAILPS | 1245 | 1258 | 1253 | 1262 | 1268 | 1262 | 1253 | 1250 | ±5% | PASS | 燃油轨压 |
| Test\_AI\_RMTAPP1 | 1290 | 1310 | 1306 | 1298 | 1297 | 1298 | 1306 | 1300 | ±5% | PASS | 远程油门信号1 |
| Test\_AI\_RMTAPP2 | 1137 | 1157 | 1149 | 1146 | 1155 | 1146 | 1149 | 1150 | ±5% | PASS | 远程油门信号2 |
| Test\_AI\_UBAT | 2431 | 2424 | 2412 | 2423 | 2429 | 2423 | 2412 | 2400 | ±5% | PASS | 24V正 |
| Test\_AI\_VCC | 2492 | 2534 | 2520 | 2498 | 2529 | 2498 | 2520 | 2500 | ±5% | PASS | VCC |
| Test\_AI\_VCV | 97 | 91 | 98 | 98 | 96 | 98 | 98 | 95 | ±5% | PASS | 燃油计量阀 |
| Test\_DI\_AC | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调请求开关 |
| Test\_DI\_ACPR | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调压力开关 |
| Test\_DI\_BREAK | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 制动开关 |
| Test\_DI\_BREAKED | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 制动冗余 |
| Test\_DI\_CES | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 恒定转速 |
| Test\_DI\_CLUTCH | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 离合开关 |
| Test\_DI\_CRCNEG | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航减速 |
| Test\_DI\_CRCOFF | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 巡航关闭 |
| Test\_DI\_CRCPOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航加速 |
| Test\_DI\_CRCRES | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航复位 |
| Test\_DI\_DIAG | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 诊断请求开关 |
| Test\_DI\_LOGIC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T15开关 |
| Test\_DI\_RMTEN | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 远程油门切换 |
| Test\_DI\_START | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T50开关 |
| Test\_DI\_WFS | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 油水分离 |

### 3.1.2过电压试验

### 3.1.2.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.1.2.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.3.2 中测量方法，在加热箱中将 ECU 加热到 85℃，向 ECU 所有的输入端输入 36V 电压，持续 60min。

### 3.1.2.2测试统计

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | 读值 | | 标准值 | 误差范围 | 判定 | 描述 |
| 功能测试 | 试验后 |
| Test\_AI\_5VAPP1 | 4780 | 4857 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电1 |
| Test\_AI\_5VAPP2 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电2 |
| Test\_AI\_APP1 | 5017 | 5028 | 5000 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号1 |
| Test\_AI\_APP2 | 2566 | 2578 | 2500 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号2 |
| Test\_AI\_BPS | 1313 | 1327 | 1300 | ±5% | PASS | 涡轮增压器压力传感器 |
| Test\_AI\_CTS | 2306 | 2328 | 2300 | ±5% | PASS | 冷却液温度 |
| Test\_AI\_DIA1 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 曲轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_DIA2 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 凸轮轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_EGROPS | 946 | 946 | 950 | ±5% | PASS | EGR位置反馈传感器信号 |
| Test\_AI\_ENVPS | 3819 | 3857 | 3850 | ±5% | PASS | 环境压力传感器 |
| Test\_AI\_ETS | 2233 | 2253 | 2250 | ±5% | PASS | 环境温度 |
| Test\_AI\_FTS | 1760 | 1783 | 1780 | ±5% | PASS | 燃油温度传感器 |
| Test\_AI\_HighSDIA | 89 | 91 | 90 | ±5% | PASS | 高边驱动诊断 |
| Test\_AI\_IATS | 1925 | 1943 | 1950 | ±5% | PASS | 涡轮增压器温度传感器 |
| Test\_AI\_Mrelay\_DIA | 1084 | 1133 | 1100 | ±5% | PASS | T15输入诊断信号 |
| Test\_AI\_OPS | 1294 | 1307 | 1300 | ±5% | PASS | 机油压力 |
| Test\_AI\_OTS | 4996 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 机油温度 |
| Test\_AI\_PTO | 4913 | 4965 | 5000 | ±5% | PASS | 功率开关信号 |
| Test\_AI\_RAILPS | 1245 | 1258 | 1250 | ±5% | PASS | 燃油轨压 |
| Test\_AI\_RMTAPP1 | 1290 | 1310 | 1300 | ±5% | PASS | 远程油门信号1 |
| Test\_AI\_RMTAPP2 | 1137 | 1157 | 1150 | ±5% | PASS | 远程油门信号2 |
| Test\_AI\_UBAT | 2431 | 2424 | 2400 | ±5% | PASS | 24V正 |
| Test\_AI\_VCC | 2492 | 2534 | 2500 | ±5% | PASS | VCC |
| Test\_AI\_VCV | 97 | 99 | 95 | ±5% | PASS | 燃油计量阀 |
| Test\_DI\_AC | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调请求开关 |
| Test\_DI\_ACPR | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调压力开关 |
| Test\_DI\_BREAK | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 制动开关 |
| Test\_DI\_BREAKED | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 制动冗余 |
| Test\_DI\_CES | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 恒定转速 |
| Test\_DI\_CLUTCH | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 离合开关 |
| Test\_DI\_CRCNEG | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航减速 |
| Test\_DI\_CRCOFF | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 巡航关闭 |
| Test\_DI\_CRCPOS | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航加速 |
| Test\_DI\_CRCRES | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航复位 |
| Test\_DI\_DIAG | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 诊断请求开关 |
| Test\_DI\_LOGIC | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T15开关 |
| Test\_DI\_RMTEN | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 远程油门切换 |
| Test\_DI\_START | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T50开关 |
| Test\_DI\_WFS | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 油水分离 |

### 3.1.3反向电压试验

### 3.1.3.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.1.3.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.7 中测量方法，用试验电压 UA=28V 反向同时施加到 ECU 有效输入端子上，持续 60s±6s。

### 3.1.3.3测试结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 | 读值 | | 标准值 | 误差范围 | 判定 | 描述 |
| 功能测试 | 试验后 |
| Test\_AI\_5VAPP1 | 4780 | 4857 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电1 |
| Test\_AI\_5VAPP2 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电2 |
| Test\_AI\_APP1 | 5017 | 5028 | 5000 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号1 |
| Test\_AI\_APP2 | 2566 | 2578 | 2500 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号2 |
| Test\_AI\_BPS | 1313 | 1327 | 1300 | ±5% | PASS | 涡轮增压器压力传感器 |
| Test\_AI\_CTS | 2306 | 2328 | 2300 | ±5% | PASS | 冷却液温度 |
| Test\_AI\_DIA1 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 曲轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_DIA2 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 凸轮轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_EGROPS | 946 | 946 | 950 | ±5% | PASS | EGR位置反馈传感器信号 |
| Test\_AI\_ENVPS | 3819 | 3857 | 3850 | ±5% | PASS | 环境压力传感器 |
| Test\_AI\_ETS | 2233 | 2253 | 2250 | ±5% | PASS | 环境温度 |
| Test\_AI\_FTS | 1760 | 1783 | 1780 | ±5% | PASS | 燃油温度传感器 |
| Test\_AI\_HighSDIA | 89 | 91 | 90 | ±5% | PASS | 高边驱动诊断 |
| Test\_AI\_IATS | 1925 | 1943 | 1950 | ±5% | PASS | 涡轮增压器温度传感器 |
| Test\_AI\_Mrelay\_DIA | 1084 | 1133 | 1100 | ±5% | PASS | T15输入诊断信号 |
| Test\_AI\_OPS | 1294 | 1307 | 1300 | ±5% | PASS | 机油压力 |
| Test\_AI\_OTS | 4996 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 机油温度 |
| Test\_AI\_PTO | 4913 | 4965 | 5000 | ±5% | PASS | 功率开关信号 |
| Test\_AI\_RAILPS | 1245 | 1258 | 1250 | ±5% | PASS | 燃油轨压 |
| Test\_AI\_RMTAPP1 | 1290 | 1310 | 1300 | ±5% | PASS | 远程油门信号1 |
| Test\_AI\_RMTAPP2 | 1137 | 1157 | 1150 | ±5% | PASS | 远程油门信号2 |
| Test\_AI\_UBAT | 2431 | 2424 | 2400 | ±5% | PASS | 24V正 |
| Test\_AI\_VCC | 2492 | 2534 | 2500 | ±5% | PASS | VCC |
| Test\_AI\_VCV | 97 | 96 | 95 | ±5% | PASS | 燃油计量阀 |
| Test\_DI\_AC | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调请求开关 |
| Test\_DI\_ACPR | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调压力开关 |
| Test\_DI\_BREAK | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 制动开关 |
| Test\_DI\_BREAKED | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 制动冗余 |
| Test\_DI\_CES | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 恒定转速 |
| Test\_DI\_CLUTCH | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 离合开关 |
| Test\_DI\_CRCNEG | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航减速 |
| Test\_DI\_CRCOFF | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 巡航关闭 |
| Test\_DI\_CRCPOS | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航加速 |
| Test\_DI\_CRCRES | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航复位 |
| Test\_DI\_DIAG | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 诊断请求开关 |
| Test\_DI\_LOGIC | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T15开关 |
| Test\_DI\_RMTEN | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 远程油门切换 |
| Test\_DI\_START | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T50开关 |
| Test\_DI\_WFS | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 油水分离 |

## 3.2开路与短路实验

### 3.2.1开路试验

### 3.2.1.1测试条件及结果

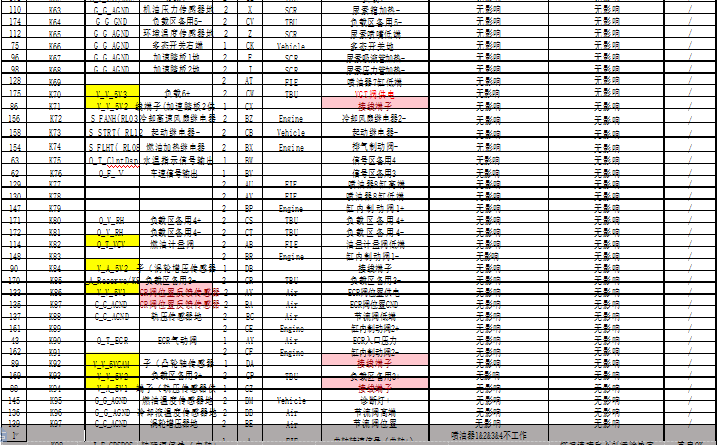
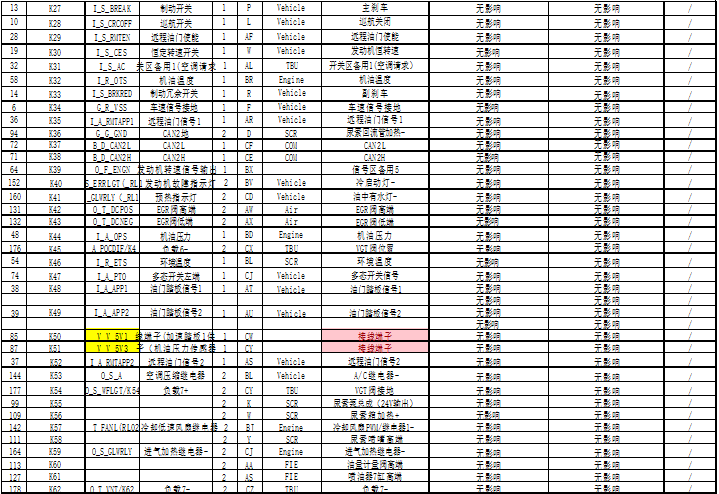
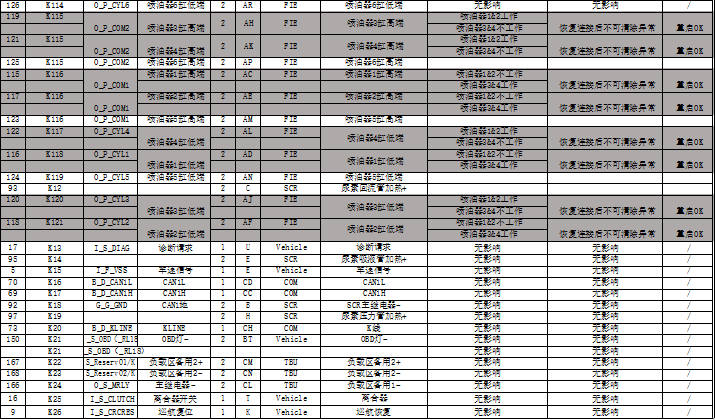
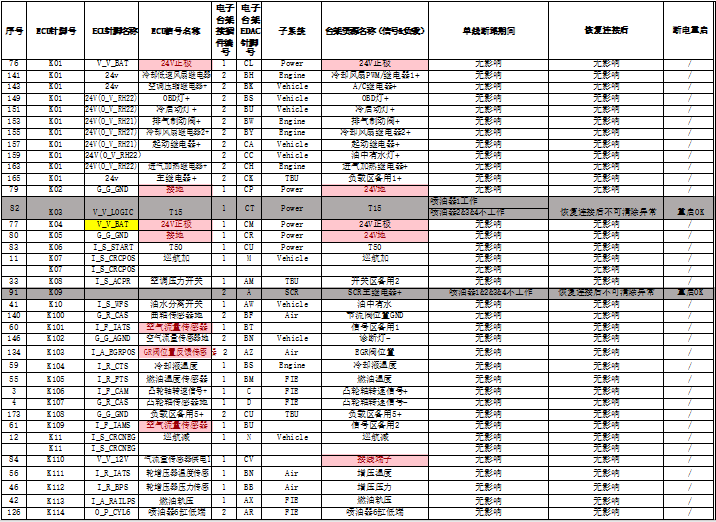
|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.2.1.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.9.2 中测量方法，连接并运行 ECU。断开 ECU 连接，然后恢复连接。观察装置断路期间和其后的情况。对多线连接器装置，应测试每一条可能的连接。

### 3.2.1.3测试统计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 多路开路试验 | | | |
| 项目 | 断开状态 | 恢复连接 | 重启 |
| A connector | 负载箱无显示 | 恢复连接后不可正常工作 | 重启 OK |
| K connector | 负载箱无显示 | 恢复连接后可正常工作 | / |



### 3.2.2短路保护试验

### 3.2.2.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.2.2.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.10.2 中测量方法，ECU 所有有效输入和输出端，依次连接到Usmax=32V、地，各持续 60s±6s；其输入和输出端保持开路。试验按如下顺序进行：

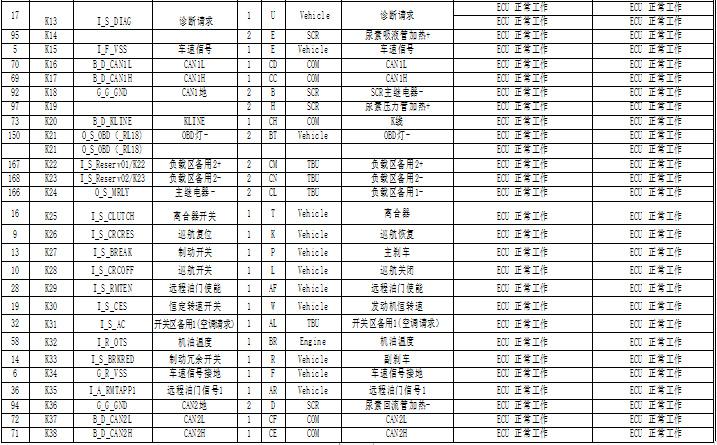
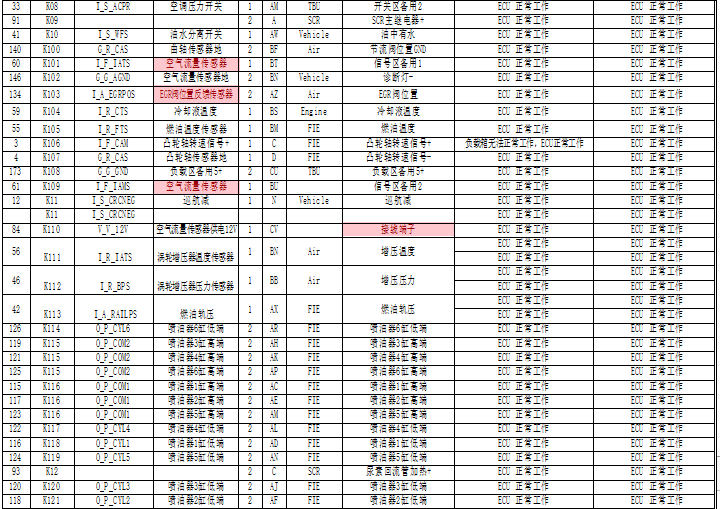
——连接电源端子接地端子；

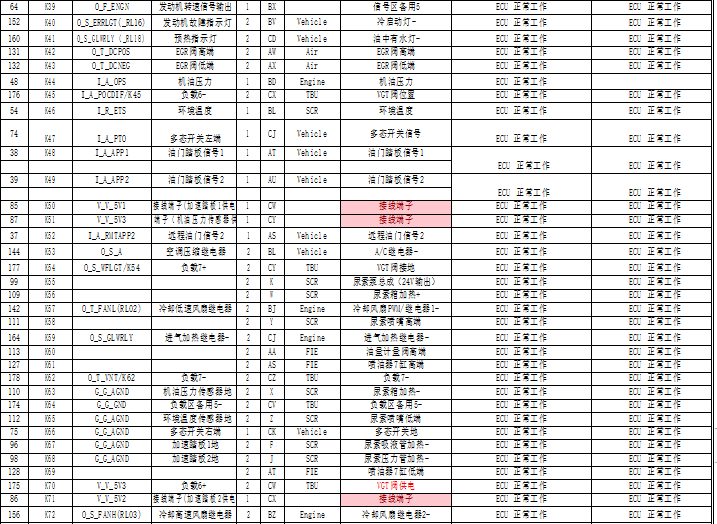
* + - 1. 激活输出；
      2. 停止输出。

——切断电源。

——切断接地。

### 3.2.2.3测试结果





## 3.3供电不理想实验

### 3.3.1叠加交流电试验

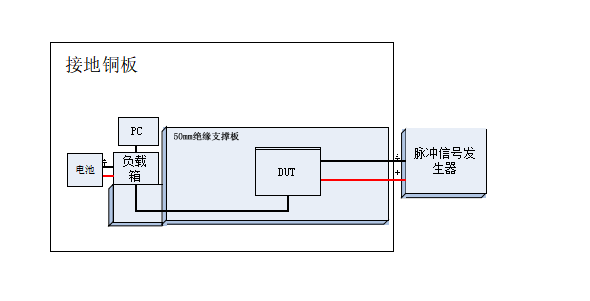
### 3.3.1.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.3.1.2测试方法

1. 按照标准和测试计划要求的参数施加测试电压。
2. 试验期间观察记录样品有无异常现象。

### 3.3.1.3测试搭建



### 3.3.1.4测试统计

样品01#：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 注入位置 | 测试规范要求 | 测试时间 | 要求的性能等级 | | 实际性能等级 | | 测试结果 |
| 功能等级 | 客户影响度 | 功能等级 | 客户影响度 |
| 叠加交流电压 | 电源线 | Usmax=32V,Upp=4V,频率范围50Hz-20KHz,t=120s,50  mΩ≤内阻≤100 mΩ,  波形：三角波，对数波 | 5个脉冲 | A | / | A | / | PASS |
| 备注： 1）试验中样品工作正常，CAN通信正常。 | | | | | | | | |

样品02#：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 注入位置 | 测试规范要求 | 测试时间 | 要求的性能等级 | | 实际性能等级 | | 测试结果 |
| 功能等级 | 客户影响度 | 功能等级 | 客户影响度 |
| 叠加交流电压 | 电源线 | Usmax=32V,Upp=4V,频率范围50Hz-20KHz,t=120s,50  mΩ≤内阻≤100 mΩ,  波形：三角波，对数波 | 5个脉冲 | A | / | A | / | PASS |
| 备注： 1）试验中样品工作正常，CAN通信正常。 | | | | | | | | |

样品03#：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 注入位置 | 测试规范要求 | 测试时间 | 要求的性能等级 | | 实际性能等级 | | 测试结果 |
| 功能等级 | 客户影响度 | 功能等级 | 客户影响度 |
| 叠加交流电压 | 电源线 | Usmax=32V,Upp=4V,频率范围50Hz-20KHz,t=120s,50  mΩ≤内阻≤100 mΩ,  波形：三角波，对数波 | 5个脉冲 | A | / | A | / | PASS |
| 备注： 1）试验中样品工作正常，CAN通信正常。 | | | | | | | | |

### 3.3.2供电电压缓升缓降试验

### 3.3.2.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.3.2.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.5 中测量方法，以(0.5±0.1)V/min 速率将供电电压由 Usmax=32V 降到 0V，然后以 0V 升到 Usmax=32V。

### 3.3.2.3测试统计

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 监测项目 |  |  |  | 标准值 | 误差范围 | 判定 | 描述 |
| 1# | 2# | 3# |  |  |  |  |
| Test\_AI\_5VAPP1 | 4915 | 4890 | 4786 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电1 |
| Test\_AI\_5VAPP2 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 外部传感器供电2 |
| Tes\_AI\_APP1 | 5021 | 5003 | 5034 | 5000 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号1 |
| Test\_AI\_APP2 | 2559 | 2551 | 2564 | 2500 | ±5% | PASS | 加速踏板位置信号2 |
| Test\_AI\_BPS | 1321 | 1321 | 1345 | 1300 | ±5% | PASS | 涡轮增压器压力传感器 |
| Test\_AI\_CTS | 2328 | 2322 | 2303 | 2300 | ±5% | PASS | 冷却液温度 |
| Test\_AI\_DIA1 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 曲轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_DIA2 | 5000 | 5000 | 5000 | 5000 | ±5% | PASS | 凸轮轴输入信号诊断 |
| Test\_AI\_EGROPS | 949 | 948 | 949 | 950 | ±5% | PASS | EGR位置反馈传感器信号 |
| Test\_AI\_ENVPS | 3855 | 3824 | 3845 | 3850 | ±5% | PASS | 环境压力传感器 |
| Test\_AI\_ETS | 2253 | 2256 | 2261 | 2250 | ±5% | PASS | 环境温度 |
| Test\_AI\_FTS | 1768 | 1779 | 1788 | 1780 | ±5% | PASS | 燃油温度传感器 |
| Test\_AI\_HighSDIA | 88 | 91 | 93 | 90 | ±5% | PASS | 高边驱动诊断 |
| Test\_AI\_IATS | 1929 | 1946 | 1935 | 1950 | ±5% | PASS | 涡轮增压器温度传感器 |
| Test\_AI\_Mrelay\_DIA | 1121 | 1099 | 1113 | 1100 | ±5% | PASS | T15输入诊断信号 |
| Test\_AI\_OPS | 1302 | 1299 | 1304 | 1300 | ±5% | PASS | 机油压力 |
| Test\_AI\_OTS | 5001 | 5009 | 4992 | 5000 | ±5% | PASS | 机油温度 |
| Test\_AI\_PTO | 4988 | 4916 | 4979 | 5000 | ±5% | PASS | 功率开关信号 |
| Test\_AI\_RAILPS | 1253 | 1262 | 1268 | 1250 | ±5% | PASS | 燃油轨压 |
| Test\_AI\_RMTAPP1 | 1306 | 1298 | 1297 | 1300 | ±5% | PASS | 远程油门信号1 |
| Test\_AI\_RMTAPP2 | 1149 | 1146 | 1155 | 1150 | ±5% | PASS | 远程油门信号2 |
| Test\_AI\_UBAT | 2412 | 2423 | 2429 | 2400 | ±5% | PASS | 24V正 |
| Test\_AI\_VCC | 2520 | 2498 | 2529 | 2500 | ±5% | PASS | VCC |
| Test\_AI\_VCV | 98 | 98 | 96 | 95 | ±5% | PASS | 燃油计量阀 |
| Test\_DI\_AC | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调请求开关 |
| Test\_DI\_ACPR | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 空调压力开关 |
| Test\_DI\_BREAK | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 制动开关 |
| Test\_DI\_BREAKED | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 制动冗余 |
| Test\_DI\_CES | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 恒定转速 |
| Test\_DI\_CLUTCH | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 离合开关 |
| Test\_DI\_CRCNEG | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航减速 |
| Test\_DI\_CRCOFF | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 巡航关闭 |
| Test\_DI\_CRCPOS | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航加速 |
| Test\_DI\_CRCRES | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 巡航复位 |
| Test\_DI\_DIAG | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 诊断请求开关 |
| Test\_DI\_LOGIC | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T15开关 |
| Test\_DI\_RMTEN | 1 | 1 | 1 | 1 | / | PASS | 远程油门切换 |
| Test\_DI\_START | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | T50开关 |
| Test\_DI\_WFS | 0 | 0 | 0 | 0 | / | PASS | 油水分离 |

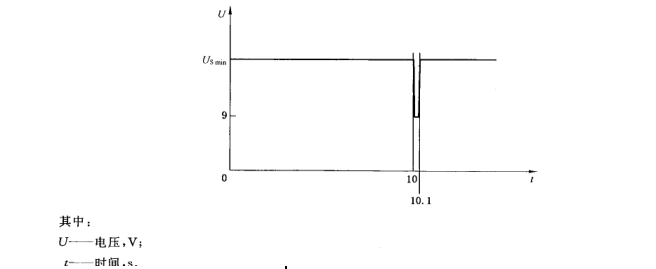
### 3.3.3供电电压瞬降试验

### 3.3.3.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.3.3.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.6.1 中测量方法，将试验脉冲按照图 1 同时施加到 ECU 的有效输入端。上升和下降时间≤10ms。



### 3.3.3.3测试统计

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 样件编号 | 01# | 02# | 03# |
| 测试结果 | 等级A | 等级A | 等级A |

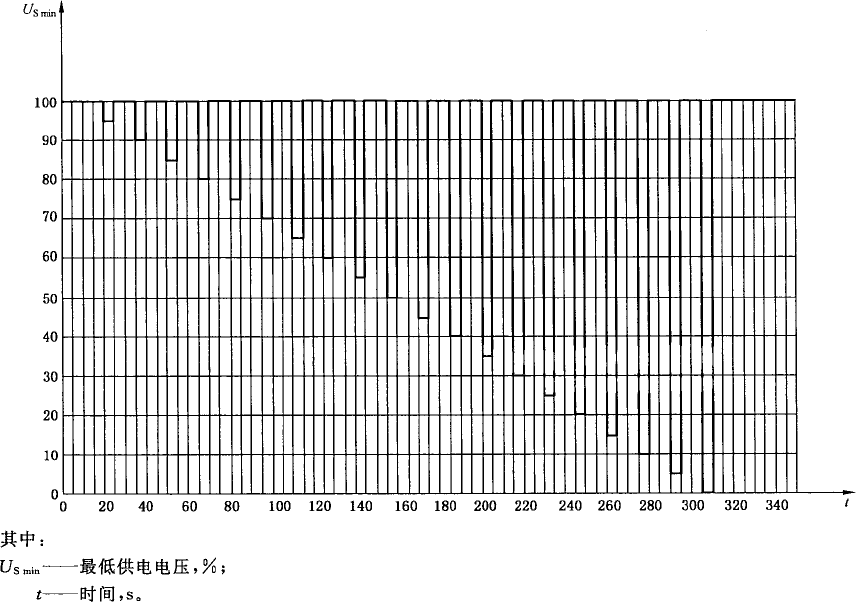
### 3.3.4电压骤降复位试验

### 3.3.4.1测试条件及结果

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级C |
| 测试结果 | PASS |

### 3.3.4.2测试方法

依据 ISO 16750‐2 4.6.2 中测量方法，按图 6 对 DUT 的有效输入端同时施加试验脉冲检查 ECU 的复位性能。供电电压以 5%梯度从 Usmin 降到 0.95USmin，保持 5s，再上升到 Usmin，至少保持 10s 并进行功能试验。然后将电压降至 0.9Usmin 等，按图 2 所示Usmin 的 5%梯度继续进行直到降到 0V，然后再将电压升到 Usmin。



### 3.3.4.3测试统计

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 电压骤降复位试验 | | | | | |
| 步骤 | 电压V | 持续时间s | 01# | 02# | 03# |
| 1 | 16 | 10 | 可恢复 | 可恢复 | 可恢复 |
| 2 | 15.2 | 5 |
| 3 | 16 | 10 |
| 4 | 14.4 | 5 |
| 5 | 16 | 10 |
| 6 | 13.6 | 5 |
| 7 | 16 | 10 |
| 8 | 12.8 | 5 |
| 9 | 16 | 10 |
| 10 | 12 | 5 |
| 11 | 16 | 10 |
| 12 | 11.2 | 5 |
| 13 | 16 | 10 |
| 14 | 10.4 | 5 |
| 15 | 16 | 10 |
| 16 | 9.6 | 5 |
| 17 | 16 | 10 |
| 18 | 8.8 | 5 |
| 19 | 16 | 10 |
| 20 | 8 | 5 |
| 21 | 16 | 10 |
| 22 | 7.2 | 5 |
| 23 | 16 | 10 |
| 24 | 6.4 | 5 |
| 25 | 16 | 10 |
| 26 | 5.6 | 5 |
| 27 | 16 | 10 |
| 28 | 4.8 | 5 |
| 29 | 16 | 10 |
| 30 | 4 | 5 |
| 31 | 16 | 10 |
| 32 | 3.2 | 5 |
| 33 | 16 | 10 |
| 34 | 2.4 | 5 |
| 35 | 16 | 10 |
| 36 | 1.6 | 5 |
| 37 | 16 | 10 |
| 38 | 0.8 | 5 |
| 39 | 16 | 10 |
| 40 | 0 | 5 |
| 41 | 16 | 10 |

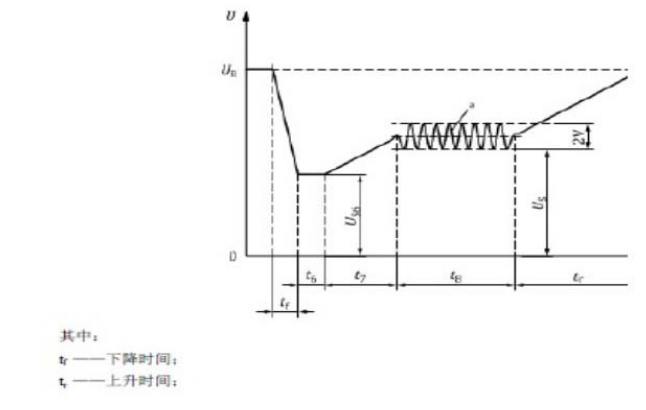
### 3.3.5启动特性

### 3.3.5.1测试条件及结果

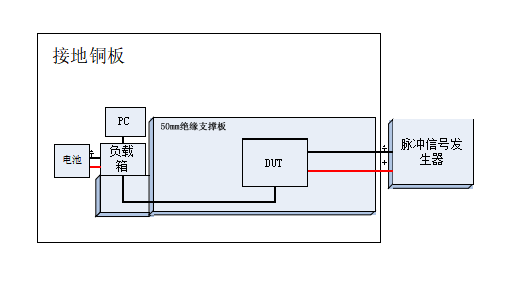
|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级A |
| 测试结果 | PASS |

### 3.3.5.2测试方法

1. 按照标准和测试计划要求的参数施加测试电压。
2. 试验期间观察记录样品有无异常现象。



### 3.3.5.3测试搭建



### 3.3.5.4测试统计

样品01#：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 注入位置 | 测试规范要求 | 测试时间 | 要求的性能等级 | 实际性能等级 | 测试结果 |
| 叠加交流电压 | 电源线 | US6=6V，Us=10V，  f=2Hz，tr=40ms， tf=10ms t6=50ms，t7=50ms ，t8=1s | 10个循环 | A | A | PASS |
| 备注：1)样品工作正常，CAN通信正常。 | | | | | | |

样品02#：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 注入位置 | 测试规范要求 | 测试时间 | 要求的性能等级 | 实际性能等级 | 测试结果 |
| 叠加交流电压 | 电源线 | US6=6V，Us=10V，  f=2Hz，tr=40ms， tf=10ms t6=50ms，t7=50ms ，t8=1s | 10个循环 | A | A | PASS |
| 备注：1)样品工作正常，CAN通信正常。 | | | | | | |

样品03#：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试项目 | 注入位置 | 测试规范要求 | 测试时间 | 要求的性能等级 | 实际性能等级 | 测试结果 |
| 叠加交流电压 | 电源线 | US6=6V，Us=10V，  f=2Hz，tr=40ms， tf=10ms t6=50ms，t7=50ms ，t8=1s | 10个循环 | A | A | PASS |
| 备注：1)试验中样品工作正常，CAN通信正常。 | | | | | | |

版本修订说明

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 修订版次 | 修订原因与内容摘要 | | | 修订页次 | | 修订日期 | | 修订人 | |
| 1 | 根据编写规范建立文档 | | | 全部 | | 2019-05-25 | | 梁晶 | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  | | | | | | | | | |
| 核准： | |  | 审核： | |  | | 编制： | |  |