**MDD-01C\_DV实验计划**

**生效日期**：**2019-06-03**

目 录

[目 录 2](#_Toc27888)

[测试项目及标准参考标准 7](#_Toc11232)

[一、测试要求 9](#_Toc32212)

[1.1性能等级分类 9](#_Toc23520)

[1.2参考国际标准 9](#_Toc1392)

[1.3测试条件 10](#_Toc16210)

[二、样品描述 12](#_Toc10471)

[2.1工作原理 12](#_Toc13737)

[2.2 ECU 功能框图 12](#_Toc17742)

[2.3引脚定义 12](#_Toc32079)

[2.4工作模式 15](#_Toc18026)

[三、TEST 16](#_Toc26098)

[1.气候与化学实验 16](#_Toc27718)

[1.1基本温度实验 16](#_Toc27189)

[1.1.1高温贮存 16](#_Toc16020)

[1.1.1.1测试条件及等级要求 16](#_Toc5152)

[1.1.1.2测试方法 16](#_Toc9205)

[1.1.2低温贮存 16](#_Toc27063)

[1.1.2.1测试条件及等级要求 16](#_Toc1180)

[1.1.2.2测试方法 17](#_Toc19362)

[1.1.3高温运行 17](#_Toc23268)

[1.1.3.1测试条件及等级要求 17](#_Toc15826)

[1.1.3.2测试方法 17](#_Toc27097)

[1.1.4低温运行 18](#_Toc4737)

[1.1.4.1测试条件及等级要求 18](#_Toc20674)

[1.1.4.2测试方法 18](#_Toc29186)

[1.1.5温度梯度 18](#_Toc11304)

[1.1.5.1测试条件及等级要求 18](#_Toc20024)

[1.1.5.2测试方法 19](#_Toc14321)

[1.1.6温度循环 19](#_Toc1717)

[1.1.6.1测试条件及等级要求 19](#_Toc17294)

[1.1.6.2测试方法 20](#_Toc27335)

[1.1.7温度冲击 20](#_Toc4165)

[1.1.7.1测试条件及等级要求 20](#_Toc28928)

[1.1.7.2测试方法 21](#_Toc13086)

[1.1.8高温寿命 21](#_Toc30723)

[1.1.8.1测试条件及等级要求 21](#_Toc7944)

[1.1.8.2测试方法 21](#_Toc17041)

[1.2湿热实验 21](#_Toc24861)

[1.2.1湿热循环 21](#_Toc12592)

[1.2.1.1测试条件及等级要求 21](#_Toc10305)

[1.2.1.2测试方法 22](#_Toc3557)

[1.2.2稳态湿热 22](#_Toc14949)

[1.2.2.1测试条件及等级要求 22](#_Toc8913)

[1.2.2.2测试方法 23](#_Toc19765)

[1.3盐雾实验 23](#_Toc23227)

[1.3.1盐雾实验 23](#_Toc9479)

[1.3.1.1测试条件及等级要求 23](#_Toc25279)

[1.3.1.2测试方法 23](#_Toc13359)

[1.4防水防尘试验 23](#_Toc16072)

[1.4.1砂尘试验 23](#_Toc1588)

[1.4.1.1测试条件及等级要求 24](#_Toc3705)

[1.4.1.2测试方法 24](#_Toc23933)

[1.4.2水喷溅试验（IP69） 24](#_Toc28332)

[1.4.2.1测试条件及等级要求 24](#_Toc24414)

[1.4.2.2测试方法 24](#_Toc955)

[1.4.3冰水冲击 25](#_Toc18875)

[1.4.3.1测试条件及等级要求 25](#_Toc23333)

[1.4.3.2测试方法 26](#_Toc18074)

[2.机械负荷 26](#_Toc1874)

[2.1振动实验 26](#_Toc21844)

[2.1.1正弦振动 27](#_Toc11906)

[2.1.1.1测试条件及等级要求 27](#_Toc15945)

[2.1.1.2测试方法 27](#_Toc20014)

[2.1.2随机振动 27](#_Toc27973)

[2.1.2.1测试条件及等级要求 27](#_Toc15963)

[2.1.2.2测试方法 28](#_Toc12279)

[2.2机械冲击和自由跌落 28](#_Toc7353)

[2.2.1自由跌落 28](#_Toc292)

[2.2.1.1测试条件及等级要求 28](#_Toc17792)

[2.2.1.2测试方法 28](#_Toc3715)

[2.2.2机械冲击 28](#_Toc28775)

[2.2.2.1测试条件及等级要求 29](#_Toc22113)

[2.2.2.2测试方法 29](#_Toc31279)

[3.电气负荷 29](#_Toc25472)

[3.1过电压与反电压实验 29](#_Toc26510)

[3.1.1直流供电电压试验 29](#_Toc8397)

[3.1.1.1测试条件及等级要求 29](#_Toc21642)

[3.1.1.2测试方法 30](#_Toc19420)

[3.1.2过电压试验 30](#_Toc23417)

[3.1.2.1测试条件及等级要求 30](#_Toc1112)

[3.1.2.2测试方法 31](#_Toc6471)

[3.1.3反向电压试验 31](#_Toc10175)

[3.1.3.1测试条件及等级要求 31](#_Toc24760)

[3.1.3.2测试方法 31](#_Toc25631)

[3.2开路与短路实验 31](#_Toc31914)

[3.2.1开路试验 31](#_Toc438)

[3.2.1.1测试条件及等级要求 31](#_Toc8633)

[3.2.1.2测试方法 32](#_Toc8870)

[3.2.2短路保护试验 32](#_Toc29104)

[3.2.2.1测试条件及等级要求 32](#_Toc28945)

[3.2.2.2测试方法 32](#_Toc18333)

[3.3供电不理想实验 33](#_Toc14177)

[3.3.1叠加交流电试验 33](#_Toc31118)

[3.3.1.1测试条件及等级要求 33](#_Toc31626)

[3.3.1.2测试方法 33](#_Toc25924)

[3.3.1.3测试搭建 33](#_Toc15738)

[3.3.2供电电压缓升缓降试验 34](#_Toc1881)

[3.3.2.1测试条件及等级要求 34](#_Toc14887)

[3.3.2.2测试方法 34](#_Toc6314)

[3.3.3供电电压瞬降试验 34](#_Toc24526)

[3.3.3.1测试条件及等级要求 34](#_Toc19463)

[3.3.3.2测试方法 34](#_Toc17761)

[3.3.4电压骤降复位试验 35](#_Toc22135)

[3.3.4.1测试条件及等级要求 35](#_Toc17977)

[3.3.4.2测试方法 35](#_Toc32406)

[3.3.5启动特性 36](#_Toc11397)

[3.3.5.1测试条件及等级要求 36](#_Toc5073)

[3.3.5.2测试方法 36](#_Toc26643)

[3.3.5.3测试搭建 37](#_Toc29835)

[4. 电磁兼容性 38](#_Toc31835)

[4.1 RE-辐射发射 38](#_Toc17013)

[4.1.1测试条件及等级要求 38](#_Toc26618)

[4.1.2测试方法 38](#_Toc7838)

[4.1.3测试搭建 39](#_Toc6406)

[4.2 CE-传导发射 41](#_Toc21254)

[4.2.1电压法 41](#_Toc23762)

[4.2.1.1测试条件及等级要求 41](#_Toc15796)

[4.2.1.2测试方法 41](#_Toc28459)

[4.2.1.3测试搭建 42](#_Toc12708)

[4.2.2电流法 42](#_Toc11275)

[4.2.2.1测试条件及等级要求 42](#_Toc25613)

[4.2.2.2测试方法 43](#_Toc16469)

[4.2.2.3测试搭建 44](#_Toc28865)

[4.3 CS-沿信号线的传导抗扰度 45](#_Toc22818)

[4.3.1测试条件及等级要求 45](#_Toc5823)

[4.3.2测试方法 45](#_Toc3736)

[4.3.3测试搭建 46](#_Toc5680)

[4.4 CTS-电源线瞬态抗扰 47](#_Toc28267)

[4.4.1测试条件及等级要求 47](#_Toc9059)

[4.4.2测试方法 47](#_Toc27509)

[4.4.3测试搭建 47](#_Toc15999)

[4.5 RS-辐射抗扰度：天线法 48](#_Toc25357)

[4.5.1测试条件及等级要求 48](#_Toc32270)

[4.5.2测试方法 48](#_Toc11774)

[4.5.3测试搭建 49](#_Toc2695)

[4.6 BCI-大电流注入法 49](#_Toc8782)

[4.6.1测试条件及等级要求 50](#_Toc15235)

[4.6.2测试方法 50](#_Toc21562)

[4.6.3测试搭建 50](#_Toc2881)

[4.7 ESD-静电放电 52](#_Toc6161)

[4.7.1测试条件及等级要求 52](#_Toc31654)

[4.7.2测试方法 52](#_Toc5067)

[4.7.3测试搭建 53](#_Toc8156)

[4.7.4接触放电点 53](#_Toc26268)

[4.7.5空气放电点 54](#_Toc22580)

[版本修订说明 55](#_Toc24014)

# 测试项目及标准参考标准

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 环境条件 | 实验项目 | 实验标准 | 测试等级/功能等级 |
| 气候与化 学实验 | 高温贮存 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 低温贮存 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 高温运行 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 低温运行 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 温度梯度 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 温度循环 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 温度冲击 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 高温寿命 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 湿热循环 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 稳态湿热 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 盐雾试验 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 砂尘试验 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 水喷溅试验 | ISO 16750-3/4 | IPX9K |
| 冰水冲击 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 机械负荷 | 正弦振动 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 随机振动 | ISO 16750-3/4 | 功能等级A |
| 自由跌落 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 机械冲击 | ISO 16750-3/4 | 功能等级C |
| 电气负荷 | 直流供电电压试验 | ISO 16750-2 | 功能等级A |
| 过电压试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C |
| 反向电压试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C |
| 开路试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C |
| 短路保护试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C |
| 叠加交流电试验 | ISO 16750-2 | 等级 Ⅱ/功能等级A |
| 供电电压缓升缓降试验 | ISO 16750-2 | 功能等级A |
| 供电电压瞬降试验 | ISO 16750-2 | 功能等级B |
| 电压骤降复位试验 | ISO 16750-2 | 功能等级C |
| 启动特性试验 | ISO 16750-2 | 等级 Ⅱ/功能等级A |
| 电磁兼容性 | RE-辐射发射 | CISPR 25 Ed.3 | 等级Ⅲ |
| CTS-电源线瞬态抗扰 | ISO7637-2:2004 | 脉冲1：C |
| 脉冲2a：A |
| 脉冲3a：A |
| 脉冲3b：A |
| 脉冲5a：A |
| CS-沿信号线的传导抗扰度（瞬态CCC） | ISO 7637-3 | 功能等级B |
| CS-沿信号线的传导抗扰度（瞬态ICC） | ISO 7637-3 | 功能等级B |
| CE-传导发射 (电压法) | CISPR 25 Ed.3 | 等级Ⅲ |
| CE-传导发射（电流法） | CISPR 25 Ed.3 | 等级Ⅱ |
| RS-辐射抗扰度：天线法 | ISO 11452-2 | 等级Ⅳ/功能等级B |
| BCI-大电流注入法 | ISO 11452-4 | 等级Ⅳ/功能等级B |
| ESD-静电放电 | ISO 10605 | 等级Ⅲ/上电B,不上电C |

# 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：**机械负荷ISO 16750-4 道路车辆-电气和电子设备的环境条件和试验：气候负荷ISO 16750-5 道路车辆-电气和电子设备的环境条件和试验：化学负荷

ISO 20653-2013 道路车辆-防护等级(IP-编码)：电子设备对外来物体、水和通道的防护

ISO 11452-1-2005 道路车辆 电气\_电子部件对窄带辐射电磁能的抗扰性试验方法 第 1 部分：一般原则和术语

ISO 11452-2-2004 道路车辆-窄带辐射的电磁能量产生的电干扰的部件试验方法.第 2 部分:吸波屏蔽外壳

ISO 11452-4-2011 道路车辆-窄带辐射的电磁能量产生的电干扰的部件试验方法.第 4 部分:线束激励法

ISO 7637-1 道路车辆-有传导和耦合引起的电骚扰 第 1 部分：定义和一般描述

ISO 7637-2 道路车辆-有传导和耦合引起的电骚扰 第 2 部分：沿电源线的电瞬态传导ISO 7637-2 道路车辆-有传导和耦合引起的电骚扰 第 3 部分：12V/24V 电系车辆—除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态发射

GB/T 2423.1-2001 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:低温GB/T 2423.1-2001 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 A:高温

GB/T 2423.22-2012 电工电子产品基本环境试验规程 试验 N 温度变化试验方法GB/T 2423.18-2000 电工电子产品基本环境试验规程 试验 N 温度变化试验方法GB/T2423.6-1995 电工电子产品环境试验第 2 部分:试验方法试验 Eb 和导则:碰撞

GB/T2423.10-2008 电工电子产品环境试验第 2 部分:试验方法试验 Fc 和导则:振动(正弦)

GB/T2423.56-2006 电工电子产品环境试验第 2 部分:试验方法试验 Fh：宽带随机动动（数字控制）和导则

GB/T2423.8-1995 电工电子产品环境试验第 2 部分:试验方法试验 Ed:自由跌落GB/T2423.2-2008 电工电子产品基本环境试验规程试验 B:高温试验方法

ISO 10605-2001 道路车辆 静电放电引起的电干扰的试验方法

## 1.3测试条件

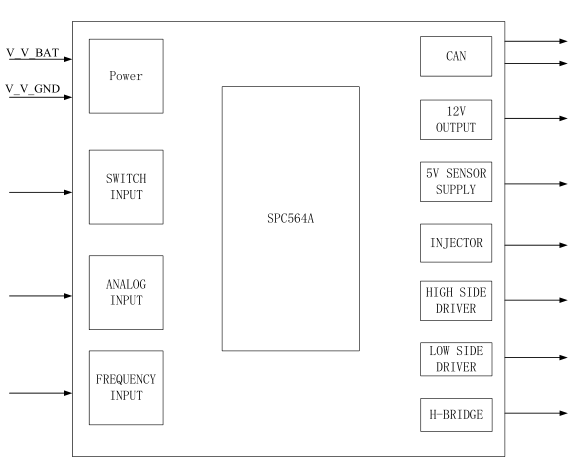
|  |  |
| --- | --- |
| 工作电压/（单位 V） | 9V～24V |
| 工作温度/（单位℃） | -40℃～120℃ |
| 相对湿度/（单位 RH） | 25%RH~95%RH |

# 二、样品描述

## 2.1工作原理

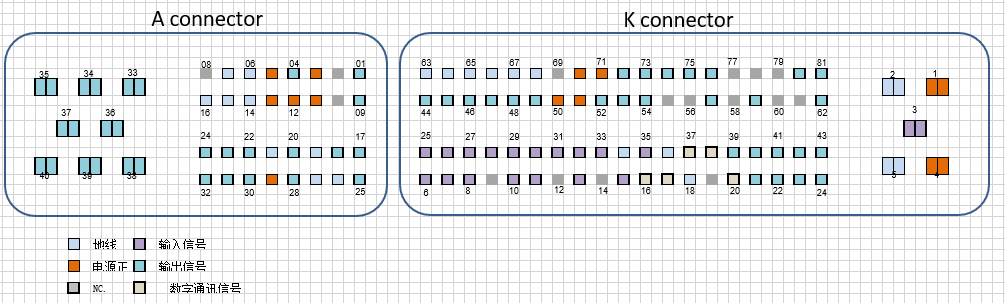
ECU（ electronic control unit ）即电子控制单元，泛指汽车上所有电子控制系统，它是由输入电路、微机和输出电路等三部分组成。工作原理：输入电路接受传感器和其它装置输入的信号，对信号进行过滤处理和放大，然后转换成一定伏特的输入电平；从传感器送到ECU输入电路的信号既有模拟信号也有数字信号，输入电路中的模／数转换器可以将模拟信号转换为数字信号，然后传递给微机；微机将上述已经预处理过的信号进行运算处理，并将处理数据送至输出电路；输出电路将数字信息的功率放大，有些还要还原为模拟信号，使其驱动被控的调节伺服元件工作。

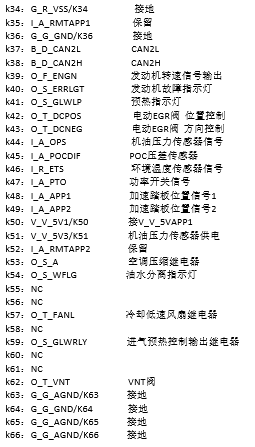
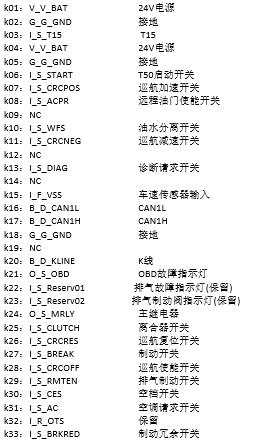
## 2.2 ECU 功能框图

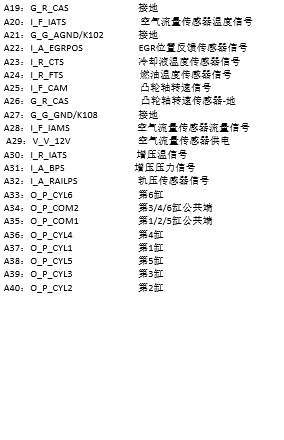
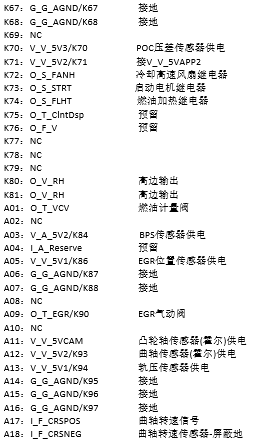
****

**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

1.气候与化学实验

## 1.1基本温度实验

### 1.1.1高温贮存

#### 1.1.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.1.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.1.2.1 中测量方法，试验箱温度设定温度 85℃，待箱内温度达到85℃后开始计时，持续 48h，DUT 工作模式为 1.1。

### 1.1.2低温贮存

#### 1.1.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.2.2测试方法

依据ISO 16750‐4 5.1.1.1 中测量方法，试验箱温度设定温度‐40℃，待箱内温度达到‐40℃后开始计时，持续 24h，ECU 工作模式为 1.1。

### 1.1.3高温运行

#### 1.1.3.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.3.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.1.2.2 中测量方法，在 Tmax=85℃干热下按 GB/T 2423.2 进行试验， 持续 96h。ECU 工作模式为 3.2。

### 1.1.4低温运行

#### 1.1.4.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.4.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.1.1.2 中测量方法，ECU 在 Tmin=‐40℃低温下按 GB/T 2423.1 进行试验，持续 24h。ECU 工作模式为 3.2

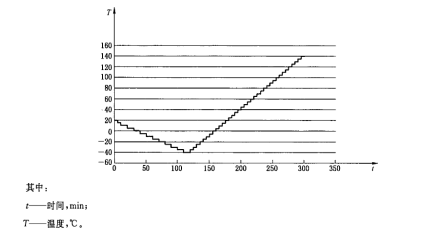
### 1.1.5温度梯度

#### 1.1.5.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.5.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.2 中测量方法，将 DUT 安放在试验箱中，以 5℃温度梯度从温度梯度 20℃降到 Tmin=‐40℃，然后以 5℃温度梯度从 Tmin 升到 Tmax=85℃，每步待温度达到新的温度，分别在 16V 和 32V 电压下各运行 5min。在调温过程中将 DUT 关闭。



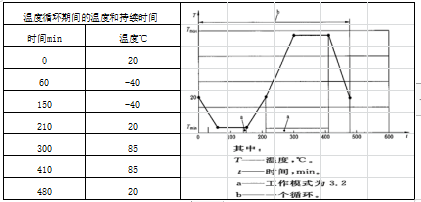
### 1.1.6温度循环

#### 1.1.6.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.6.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.3.1 中测量方法，在整个装置达到 Tmin 后 ECU 通电工作，用尽可能短时间检查装置的功能。在循环第 210min～第 410min 期间通电工作。DUT 工作模式为 3.2。温度变化应符合图 3，共进行 10 个循环试验，共 80h。



### 1.1.7温度冲击

#### 1.1.7.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.7.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.3.2 中测量方法，从‐40℃升到 85℃温度转换时间不超过 30s，ECU

在每个温度点保持 60min，共进行 100 个循环试验，ECU 工作模式为 1.1。

### 1.1.8高温寿命

#### 1.1.8.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.1.8.2测试方法

依据客户要求，将 ECU 安放在试验箱中，给 ECU 通电加负载，然后将温度调至 85℃， 连续工作 1000h。

## 1.2湿热实验

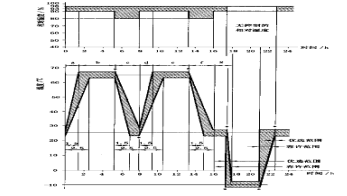
### 1.2.1湿热循环

#### 1.2.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.2.1.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.6.2.3 中的试验方法，将 DUT 安放在试验箱中，在‐10℃～65℃之间进行 10 个循环的温度/湿度组合循环试验。每个循环为 24h，其每个循环周期中的温度和湿度的变化情况如图 6 所示，工作模式 3.2。



### 1.2.2稳态湿热

#### 1.2.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.2.2.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.6.2.3 中的试验方法，将 DUT 安放在试验箱中，在温度 40℃，湿度 93%±3 条件下放置 5.3h，工作模式 2.1。试验最后 1h 以工作模式 3.2 下运行。

## 1.3盐雾实验

### 1.3.1盐雾实验

#### 1.3.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 16750-4 |
| 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 |

#### 1.3.1.2测试方法

依据 ISO 16750‐4 5.5 中测量方法，试验溶液：浓度 5% Nacl 溶液，PH=6.5～7.2，试验温度：35±2℃。样品放置位置：被试验表面与垂直方向成 30℃，收集量 1‐2ml/80cm2/H，连续喷雾 144h 后，检查样品表面及功能测试，ECU 工作模式为 1.1。

## 1.4防水防尘试验

### 1.4.1砂尘试验

#### 1.4.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 20653 5.1 |
| 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 |

#### 1.4.1.2测试方法

依据 ISO 20653 5.1 中 IP6K 等级进行试验，使用 ISO 20653 标准规定中图 1 试验箱， 每 m3 应加入大约 2Kg 的试验粉尘，并保持悬浮状态，6s 空气/粉尘混合物运动，15 分钟中断,进行 20 次循环试验。

### 1.4.2水喷溅试验（IP69）

#### 1.4.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-4:2010 |
| 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 | IPX9K/功能等级C |

#### 1.4.2.2测试方法

1. 试验标准：ISO 16750-4-2010；

2. 转速（5±1）r / min；

3. 喷射方向：0°，30°，60°，90°；

4. 水流量：（14〜16）L / min；

5. 水压：（8000〜10000）kPa；

6. 水温：（80±5）℃；测试持续时间：每个位置30s；

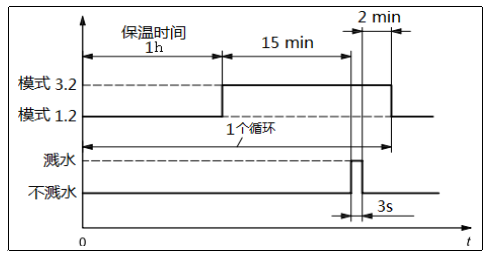
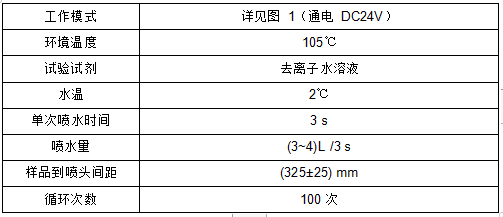
样品状态：连接线束但不通电。

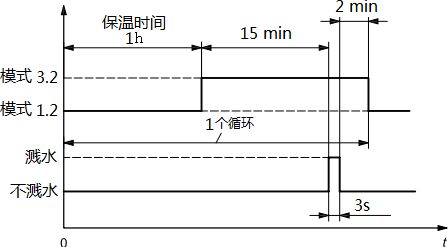
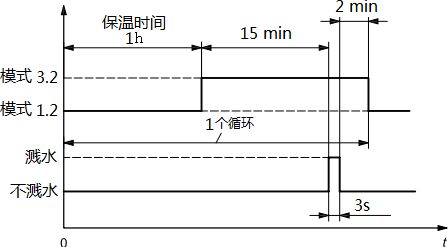
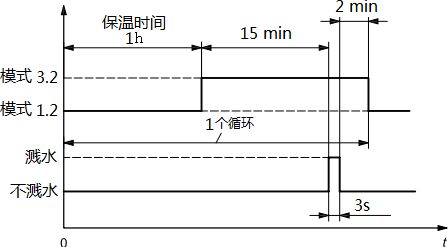
### 1.4.3冰水冲击

#### 1.4.3.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-3:2010 |
| 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 |

#### 1.4.3.2测试方法

参考标准 ISO16750-4-2010 中 5.4.2 及委托单 H201811152518 要求执行，试验条件如下： 



## 2.机械负荷

## 2.1振动实验

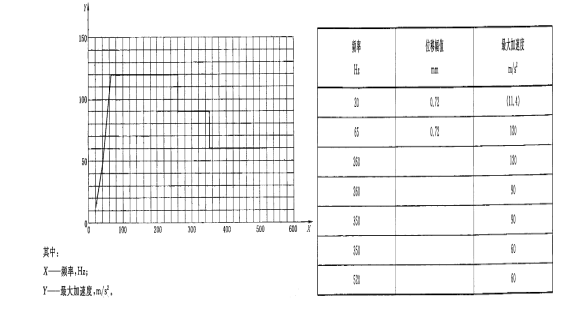
### 2.1.1正弦振动

#### 2.1.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-3:2010 |
| 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 |

#### 2.1.1.2测试方法

依据 ISO 16750‐3 4.1.2.6.2.1 中测量方法，ECU 每个轴向的试验持续 10h，加速度值和频率按图进行：



### 2.1.2随机振动

#### 2.1.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-3:2010 |
| 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 |

#### 2.1.2.2测试方法

1.将ECU固定在试验台，ECU在ISO 16750-1中定义的3.2工作模式下，按ISO 16750-3-

4.1.2.6进行，ECU 每个面的试验持续时间为94h；

2.加速度功率谱密度（PSD）与频率见表2和图6；

3.固有频率低于30Hz时，ECU每个关键面附加32H；

## 2.2机械冲击和自由跌落

### 2.2.1自由跌落

#### 2.2.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-3:2010 |
| 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 |

#### 2.2.1.2测试方法

依 ISO16750‐3 4.3 试验方法，将 DUT（6#）从 1 米处自由跌落到地面上，每个轴向跌落两次，第一次跌落应在不同的空间轴向，第 2 次跌落与第 1 次跌落的空间轴向相同，但方向相反。ECU 工作模式 1.1，跌落试验后目视检查 ECU。

### 2.2.2机械冲击

#### 2.2.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-3:2010 |
| 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 |

#### 2.2.2.2测试方法

依据 ISO 16750‐3 4.2.2 中测量方法，采用下列参数进行试验：

——ECU 工作模式为 1.1。

——冲击脉冲型式：半正弦波；

——加速度：500m/s2；

——持续时间：6ms；

——冲击次数：每个试验方向 10 次。

DUT 应在 6 个方向上进行试验

## 3.电气负荷

## 3.1过电压与反电压实验

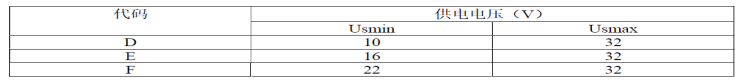
### 3.1.1直流供电电压试验

#### 3.1.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。



### 3.1.2过电压试验

#### 3.1.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。

### 3.1.3反向电压试验

#### 3.1.3.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。

## 3.2开路与短路实验

### 3.2.1开路试验

#### 3.2.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。

### 3.2.2短路保护试验

#### 3.2.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。

## 3.3供电不理想实验

### 3.3.1叠加交流电试验

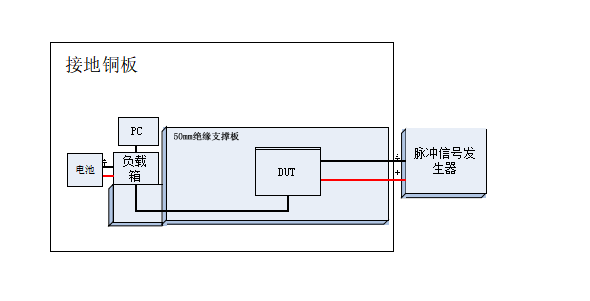
#### 3.3.1.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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



### 3.3.2供电电压缓升缓降试验

#### 3.3.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。

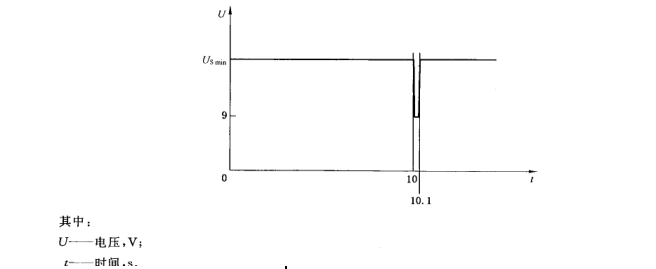
### 3.3.3供电电压瞬降试验

#### 3.3.3.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。



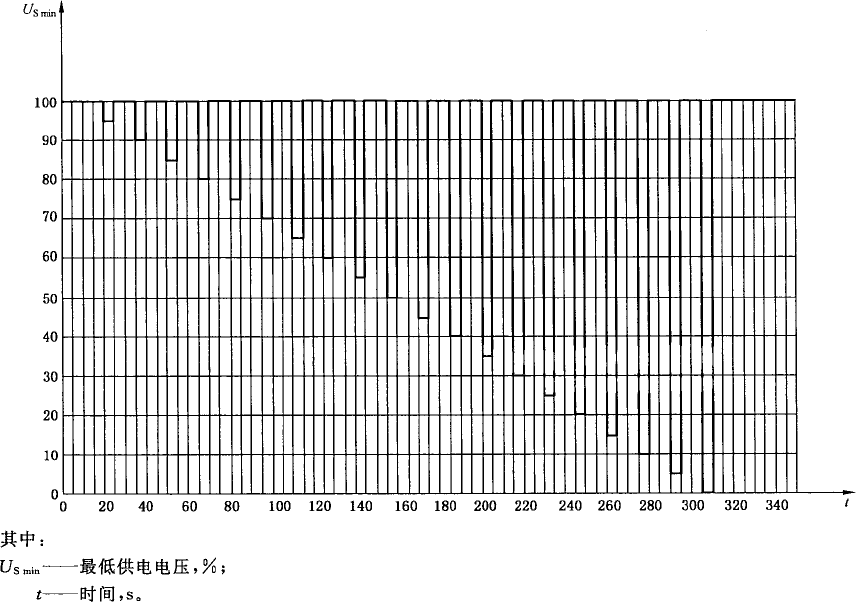
### 3.3.4电压骤降复位试验

#### 3.3.4.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 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 |

#### 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。



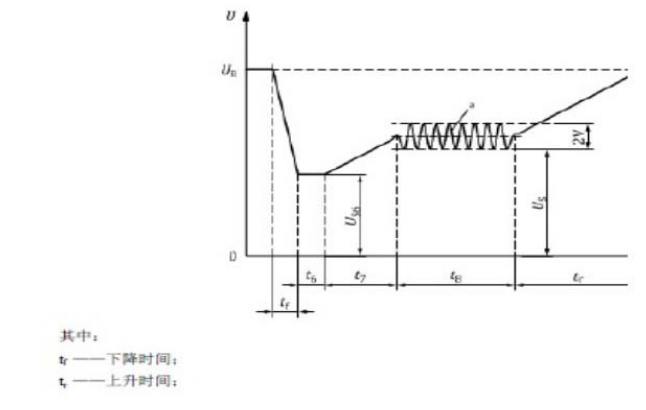
### 3.3.5启动特性

#### 3.3.5.1测试条件及等级要求

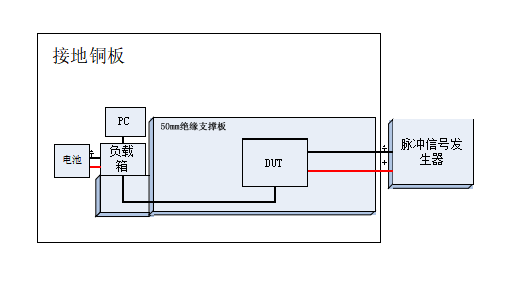
|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO16750-2:2010 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | 功能等级A |

#### 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



|  |
| --- |
| 备注：1)样品工作正常，CAN通信正常。 |

## 电磁兼容性

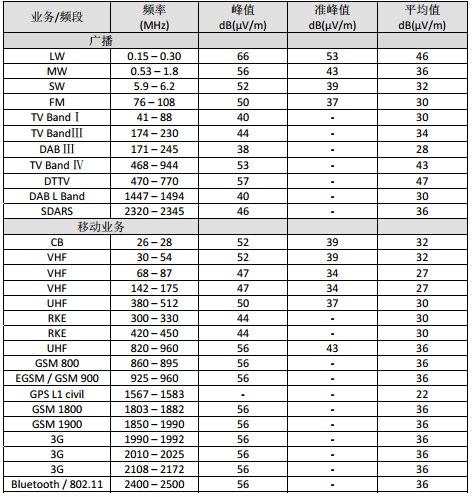
## RE-辐射发射

### 4.1.1测试条件及等级要求

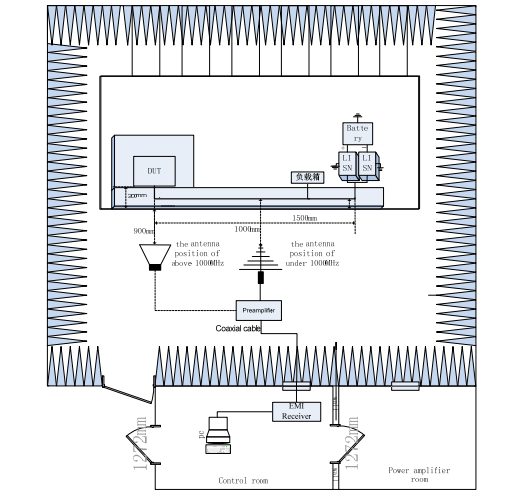
|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | CISPR25:2008 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | CLASS 3 |

### 4.1.2测试方法

1. 按照CISPR25:2008对被测样品进行设置，接通电源验证样品功能。
2. 调整测试场地背景噪声，确认背景噪声是少比规定的限值低6dB以上。
3. 接通被测样件电源进行测试，测试频率＜30MHz时，用单杆天线，测试垂直极化方向；测试频率≥30MHz时，用双锥天线、对数周期天线和喇叭天线分别测试水平极化及垂极化方向。
4. 测试频率＜1000MHz时，天线正对被测样件线束中心位置，距离1m；测试频率≥1000MHz时，天线正对被测样件，距离线束1m。

****

### 4.1.3测试搭建

****

## 4.2 CE-传导发射

### 4.2.1电压法

#### 4.2.1.1测试条件及等级要求

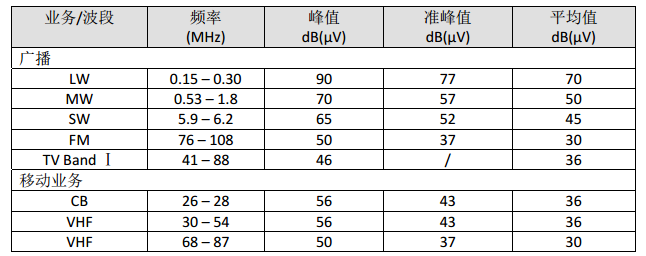
|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | CISPR25:2008 |
| ISO定义的工作模式 | ISO 16750-1 中定义的工作模式 1.2 |
| 试验参数要求 | 环境温度:25±10°C;相对湿度在20%～60%之间 |
| 供电电压 | 24V |
| 样品数量（台） | 3 |
| 测试等级/功能等级 | CLASS 3 |

#### 4.2.1.2测试方法

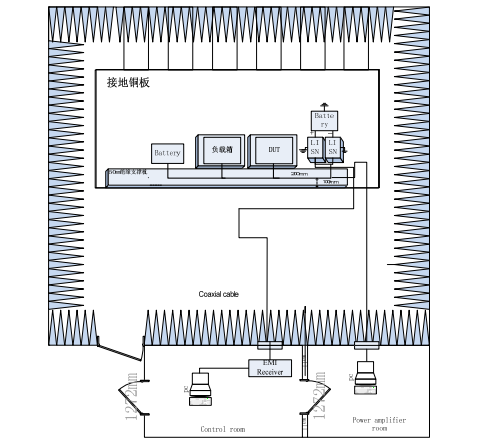
1)按照标准 CISPR 25:2008 对被测样品进行设置，接通电源验证样品功能 。

2）扫描测试场地背景噪声，确认背景噪声至少比规定的限值低6dB以上。

3)接通电源开始测试，通过人工网络监测被测样品的正负极，在测量人工网络另一个端口时，另一个端口连接50ohm匹配负载。

****

#### 4.2.1.3测试搭建

****

### 4.2.2电流法

#### 4.2.2.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | CISPR25:2008 |
| 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 | CLASS 2 |

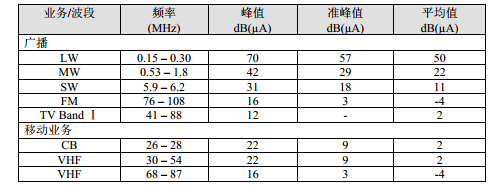
#### 4.2.2.2测试方法

1）按照CISPR25:2008对被测样品奖项设置，接通电源验证样品功能。

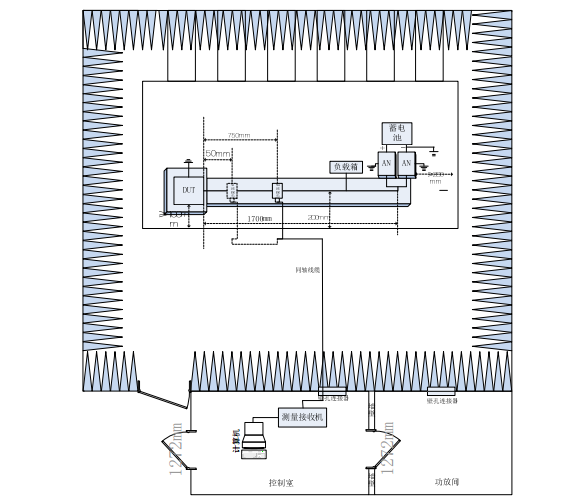
2）扫描测试场地背景噪声，确认背景噪声至少比规定的限值低6dB以上。

3）接通电源开始测试，电流探头分别置于DUT50mm、750mm处进行测试。

4）电流探头同时测量除电源线以外的所有线束

****

#### 4.2.2.3测试搭建

****

## 4.3 CS-沿信号线的传导抗扰度

### 4.3.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 7637-3:2004 |
| 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 | CCC:B  ICC;B |

### 4.3.2测试方法

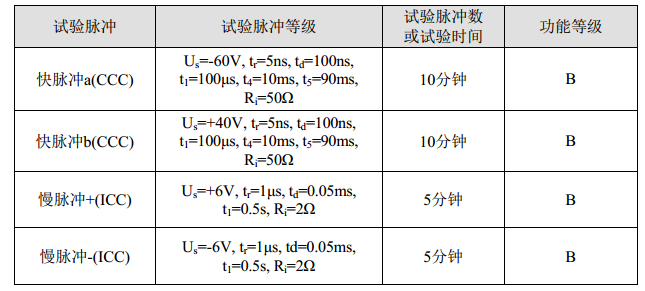
1. 按照ISO 7637-3：2007对被测样品进行设置，接通电源验证样品功能。
2. 实验脉冲发生器应通过单条电缆或者多条电缆与耦合钳了解，电缆长度不超过0.5m。

3）调整测试软件参数设置，以提供测试指定的脉冲极性、幅度、脉冲时间、及内阻值。

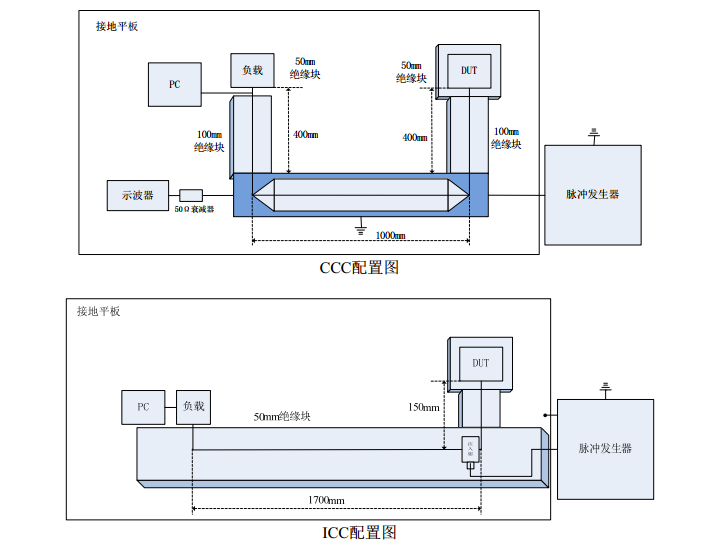
4）测试中示波器应该不连接在DUT上。

5) 接通电源进行测试，观察被测样件状态，记录测试过程及被测样件出现的现象。

6）测试完毕后，检查测试样品功能。

****

### 4.3.3测试搭建

****

## 4.4 CTS-电源线瞬态抗扰

### 4.4.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 7637-2:2004 |
| 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 | 脉冲1：C  脉冲2a：A  脉冲3a：C  脉冲3b：A  脉冲5a：C |

### 4.4.2测试方法

1）按照ISO7637-2:2004对被测样品奖项设置，接通电源验证样品功能。

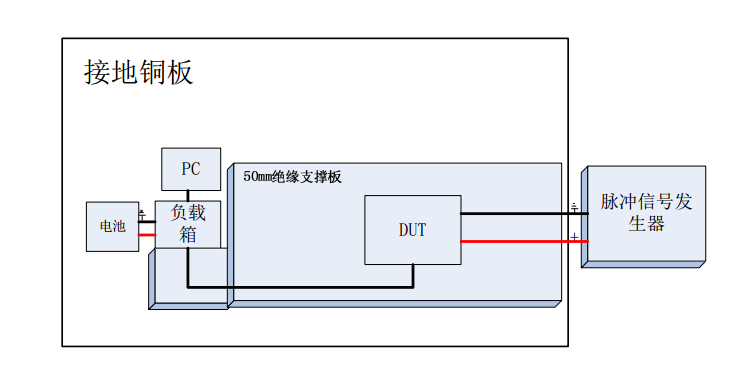
2）调整测试软件的参数设置，以提供测试指定的脉冲极性、幅度、脉冲时间及内阻值。

3）测试前进行脉冲调整，测试中示波器应不连接在测试DUT上。（用示波器捕捉各个脉冲波形，确认各个脉冲波形与标准要求一致）

4）接通被测样件电源进行测试，观察被测样件的状态，记录测试过程中被测样件出现的现象。

5）测试完毕后，检查测试样品功能。

### 4.4.3测试搭建

****

## 4.5 RS-辐射抗扰度：天线法

### 4.5.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 11452-2 |
| 调制方式 | AM(1KHz,80%调制) CW PM（脉冲时间=577us周期=4600us） |
| 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 | 等级Ⅳ，B |

### 4.5.2测试方法

1）按照ISO 11452-2对被测样品进行设置。

2）所有测试频段天线都进行垂直极化方向测试，400MHz以上进行天线水平极化方向的测试。

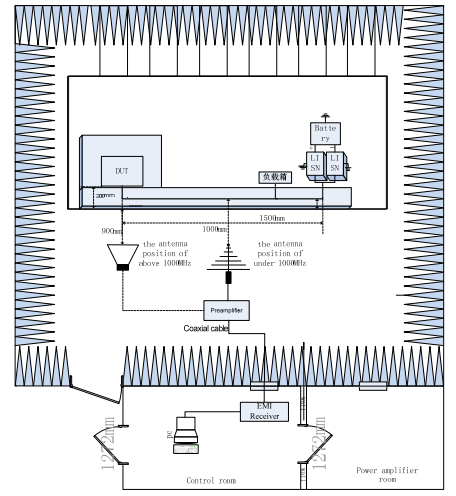
3）测试频段＜1000MHz，天线正对线束中心位置，距离1m；测试频段≥1000MHz时，天线正对被测试样件，距离1m。

4）接通被测样件电源进行测试，观察被测样件的状态，记录测试过程中被测样件出现的现象。

5）测试完毕后，检查测试样品功能。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试频率 | 测试等级 | 调制方式 | 步进 | 驻留时间 | 极性 | 注入位置 | 功能等级 |
| 200-800 | 100 | AM | 1） | 2S | 垂直 | 对线束中央 | B |
| 200-800 | 100 | AM | 1） | 2S | 水平 | 对线束中央 | B |
| 200-1000 | 100 | CW | 1） | 2S | 垂直 | 对线束中央 | B |
| 200-1000 | 100 | CW | 1） | 2S | 水平 | 对线束中央 | B |
| 800-1000 | 100 | PM | 1） | 2S | 垂直 | 对线束中央 | B |
| 800-1000 | 100 | PM | 1） | 2S | 水平 | 对线束中央 | B |
| 1000-2000 | 100 | CW | 1） | 2S | 垂直 | 正对样品 | B |
| 1000-2000 | 100 | CW | 1） | 2S | 水平 | 正对样品 | B |
| 1000-2000 | 100 | PM | 1） | 2S | 垂直 | 正对样品 | B |
| 1000-2000 | 100 | PM | 1） | 2S | 水平 | 正对样品 | B |
| 备注：1）步进：200MHz-400MHz为10MHz，400MHz-100MHz为20MHz， 1000MHz-2000MHz为40MHz | | | | | | | |
|

### 4.5.3测试搭建

****

## 4.6 BCI-大电流注入法

### 4.6.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO 11452-4 |
| 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 | 等级Ⅳ，B |
| 测试结果 | PASS |

### 4.6.2测试方法

1)按照ISO 11452-4对被测样品进行设置。

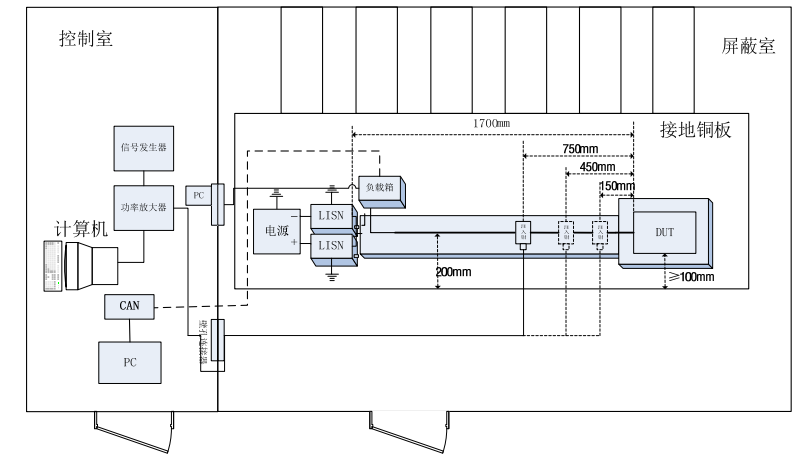
2)采用替代法进行测试，电流注入探头放置于距离DUT接插件1500mm、4500mm、7500mm。

3)接通被测样件电源进行测试，观察被测样件状态，记录测试过程中被测样件出现的现象。

4)测试完毕后，检查试验样品功能。

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试频率 (MHz) | 测试等级 （dBuA） | 调制方式 | 步进(MHz) | 驻留时间 | 注入位置 | 功能等级 |
| 1-10 | 100 | CW/AM | 1 | 2S | 150mm | B |
| 10-200 | 100 | CW/AM | 5 | 2S | 150mm | B |
| 200-400 | 100 | CW/AM | 10 | 2S | 150mm | B |
| 1-10 | 100 | CW/AM | 1 | 2S | 450mm | B |
| 10-200 | 100 | CW/AM | 5 | 2S | 450mm | B |
| 200-400 | 100 | CW/AM | 10 | 2S | 450mm | B |
| 1-10 | 100 | CW/AM | 1 | 2S | 750mm | B |
| 10-200 | 100 | CW/AM | 5 | 2S | 750mm | B |
| 200-400 | 100 | CW/AM | 10 | 2S | 750mm | B |

### 4.6.3测试搭建

****

## 4.7 ESD-静电放电

### 4.7.1测试条件及等级要求

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 描述 |
| 测试标准 | ISO10605:2008 |
| 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 | 等级Ⅲ，不上电C，上电B |

### 4.7.2测试方法

按ISO 10605中严酷等级Level Ⅲ（L3i）的要求分别进行带电ESD 试验和不带电ESD 试验。试验方法采用直接放电模式（分为接触放电和空气放电）。

⑴对于导电表面使用接触放电模式测试，用接触放电尖端，接触放电模式电流 规格应按常规进行验证。各放电网络的接触放电模式波形参数应在规定的值范围内。

⑵对于非导电表面应使用空气放电模式测试，用空气放电尖端；

1.带电ESD试验：把ECU放在横向耦合平面上，如图示例方式连接。

⑴直接放电模式：

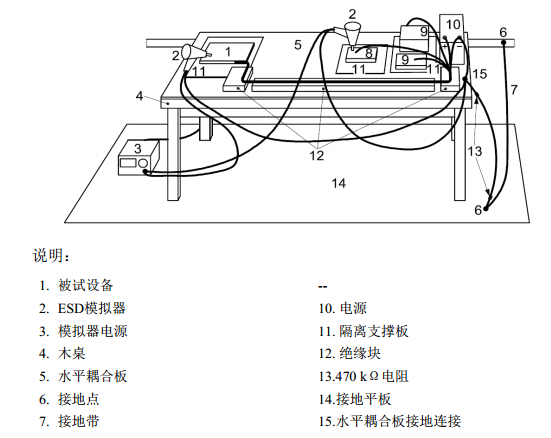
A.接触放电——放电电极的尖端应在放电开关启动前接触ECU上的导电点；

B.空气放电——在放电开关启动后，放电电极的尖端(见图6.5-2)应尽可能快地（0.1 m/s～0.5 m/s之间的速度）靠近ECU；

测试电压参照表6.5-2和表6.5-3，至少使用两个值。对于每个指定的测试电压和极性，至少要对所有直接放电测试点进行3次放电。由于测试而产生电荷，单次放电之间的间隔应不少于 1秒，确保在每次新放电前消除电荷；

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测试类别 | 放电位置 | 放电位置 | 放电网络 | 放点电压 （KV） | 放电次数 | 放电方式 | 性能要求 | 测试模式 |
| 不上电测试 | PIN | 121 | 330pF/ 330Ω | ±8 | 10 | 接触 | C | 模式2 |
| 金属外壳 | 1 | ±8 | 10 | 接触 | C |
| 螺丝 | 4 | ±8 | 10 | 接触 | C |
| 塑料接插件 | 1 | ±15 | 10 | 空气 | C |
| 塑料接插件与金属外壳缝隙 | 1 | ±15 | 10 | 空气 | C |
| 气密阀 | 1 | ±15 | 10 | 空气 | C |
| 上电测试（供电电压DC24V） | 金属外壳 | 1 | 150pF/ 330Ω | ±8 | 10 | 接触 | B | 模式1 |
| 螺丝 | 4 | ±8 | 10 | 接触 | B |
| 塑料接插件 | 1 | ±15 | 10 | 空气 | B |
| 塑料接插件与金属外壳缝隙 | 1 | ±15 | 10 | 空气 | B |
| 气密阀 | 1 | ±15 | 10 | 接触 | B |

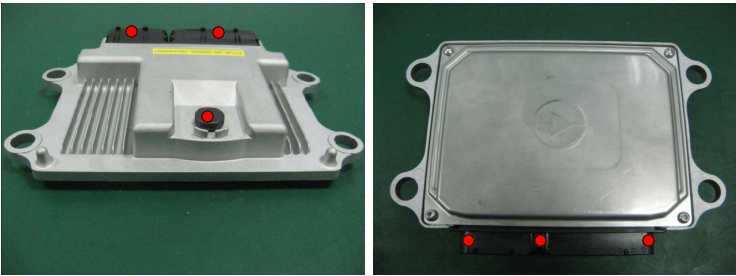
### 4.7.3测试搭建

****

### 4.7.4接触放电点



### 4.7.5空气放电点



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 | | 2019-06-03 | | 梁晶 | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  |  | | |  | |  | |  | |
|  | | | | | | | | | |
| 核准： | |  | 审核： | |  | | 编制： | |  |