ICS 43.040.10

T36

|  |
| --- |
|  |

GB

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

不停车收费系统 车载电子单元

Electronic Toll Collection On board Unit

|  |
| --- |
| (征求意见稿) |
|  |

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

**国家市场监督管理总局**

**中国国家标准化管理委员会**发布

目  次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 要求 2

5 试验方法 6

附　录　A （资料性附录）耐久性试验计算模型 14

前  言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC 114）归口。

本标准起草单位：

本标准起草人：

本标准为首次发布。

不停车收费系统 车载电子单元

1. 范围

本标准规定了不停车收费系统车载电子单元的技术要求及试验方法。

本标准适用于不停车收费系统车载电子单元。

1. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

GB/T 1865-2009 色漆和清漆 人工气候老化和人工辐射曝露滤过的氙弧辐射

**GB/T 18655**-**2018** 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车载接收机的限值和测量方法

GB/T 19951-2019 道路车辆 电气/电子部件对静电放电抗扰性的试验方法

**GB/T 20851.1 电子收费 专用短程通信 第1部分：物理层**

**GB/T 20851.2 电子收费 专用短程通信 第2部分：数据链路层**

GB/T 21437.2-2008 道路车辆 由传导和耦合引起的电磁骚扰 第2部分：沿电源线的电瞬态传导

GB/T 21437.3-2012 道路车辆 由传导和耦合引起的电磁骚扰 第3部分：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 28046.1-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第1部分：一般规定

GB/T 28046.2-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第2部分：电气负荷

GB/T 28046.3-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷

GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 28046.5-2013 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第5部分：化学负荷

GB/T 30038-2013 道路车辆 电气电子设备防护等级（IP代码）

GB 34660-2017 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

GB/T XXXXX 汽车软件升级技术要求

GB/T XXXXX 车载信息交互系统信息安全技术要求

1. 术语和定义

下列术语和定义适用本文件。



不停车收费系统车载电子单元electronic toll collection on board unit

ETC

与路侧单元（RSU）进行双向通信，实现不停车收费功能的车载电子单元。

交易transaction

ETC与RSU建立通信链路并完成收费的过程。

1. 要求
   1. 外观结构要求

ETC的外观应符合以下规定：

a）表面应光洁、平整，不得有凹痕、划伤、裂缝、变形、毛刺、霉斑、松脱、破裂、走胶、丝印错误等缺陷；

b）外形尺寸应符合设计图纸要求。

* 1. 功能要求

ETC应能与RSU进行交易。在非交易过程中，ETC应处于休眠状态。

* 1. 自检功能

车辆点火开关处于ON时,ETC应具有系统自检功能，若出现故障，应采用声学或光学方式提示。

* 1. 交易提醒功能

当ETC与RSU进行交易后，ETC应采用声学或光学的方式向用户提示“交易正常”或“交易异常”。

* 1. 自动更新功能及信息安全要求

若ETC具有软件更新功能，则应采用自动更新的方式，且满足GB/T XXXXX《汽车软件升级技术要求》的要求；若ETC与车辆存在数据交互，则应满足GB/T XXXXX《车载信息交互系统信息安全技术要求》。

* 1. 射频要求及数据链路层要求

ETC的射频性能应符合GB/T 20851.1，数据链路层应符合GB/T 20851.2的要求。

* 1. 环境评价
     1. 环境评价要求

当ETC由车辆直接供电时，ETC不得具有电池组件，且应满足如下环境评价要求。

* + 1. 功能状态分级

1. 功能状态分级

| 等级 | 功能描述 |
| --- | --- |
| A | 在试验中和试验后，被测ETC的所有功能需满足设计要求。 |
| B | 试验中被测ETC所有功能满足设计要求，但允许有一个或多个超出规定允差。试验后所有功能应自动恢复到规定限值。 |
| C | 试验中被测ETC的功能不满足设计要求，但试验后所有功能能自动恢复到正常运行。 |
| D | 试验中被测ETC的功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到正常运行，需要对被测ETC简单操作重新激活。 |
| E | 试验中被测ETC的功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到正常运行，需要对被测ETC修理或更换。 |

* + 1. 电气性能
       1. 直流供电电压

ETC的直流供电电压范围见表2，在USmin～USmax范围内，ETC的工作电压范围应符合表2的规定，试验中，功能状态应达到A级。

1. 供电电压范围

单位：V

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 车辆供电系统N | 最小电压USmin | 最大电压USmax |
| 12V系统 | 9 | 16 |
| 24V系统 | 16 | 32 |

* + - 1. 过电压
         1. （Tmax-20℃）条件下

ETC在（Tmax-20℃）条件下过电压试验中，功能状态应达到A级。

注：对于具有过压保护功能的ETC，可在测试后检查功能。

* + - * 1. 室温条件下

ETC在室温条件下过电压试验中，功能状态应达到A级。

注：对于具有过压保护功能的ETC，可在测试后检查功能。

* + - 1. 叠加交流电压

ETC在叠加交流电压试验中，功能状态应达到A级。

* + - 1. 供电电压缓降和缓升

ETC在供电电压缓降和缓升试验中，当电压在USmin～USmax内时，功能状态应达到A级。

* + - 1. 供电电压瞬态变化
         1. 电压瞬时下降

ETC在电压瞬时下降试验中，功能状态应达到A级。

* + - * 1. 对电压骤降的复位性能

ETC在对电压骤降的复位性能试验中，当电压恢复到USmin后，功能状态应达到C级。

* + - * 1. 启动特性

ETC在启动特性试验中，功能状态应达到A级。

* + - 1. 反向电压

ETC经反向电压试验后，需要进行内部检查（内部元器件是否有损伤），功能状态应达到C级。

* + - 1. 参考接地和供电偏移

对于多点接地的ETC，在参考接地和供电偏移试验中，功能状态应达到A级。

* + - 1. 开路
         1. 单线开路

ETC经单线开路试验后，功能状态应达到C级。

* + - * 1. 多线开路

ETC经多线开路试验后，功能状态应达到C级。

* + - 1. 短路保护

ETC经短路保护试验后，功能状态应达到C级。

* + - 1. 绝缘电阻

ETC的绝缘电阻应不小于10MΩ。经绝缘电阻试验后，功能状态应达到A级。

* + 1. 防尘性能

安装于车辆厢体内部的ETC其防护等级应符合GB/T 30038-2013中IP5X的规定，试验后，功能状态应达到A级。

* + 1. 机械性能
       1. 机械振动

ETC在机械振动试验中和试验后，不允许损坏，外观和结构应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + - 1. 机械冲击

ETC在机械冲击试验中和试验后，不允许损坏，外观和结构应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + - 1. 自由跌落

ETC经自由跌落试验后，不允许损坏，外观和结构应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + 1. 环境耐候性能
       1. 温湿度范围

ETC的贮存环境温湿度范围和工作环境温湿度范围应符合表3的规定。

1. 温湿度范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 汽车上安装位置 | 贮存环境温度  ℃ | 工作环境温度(Tmin～Tmax)  ℃ | 工作环境相对湿度  ％ |
| 乘客舱内阳光直射高温区 | -40～95 | -40～95 | 25～75 |
| 无特殊要求 | -40～90 | -40～85 | 25～75 |

* + - 1. 低温贮存

ETC经低温贮存试验后，不允许损坏，外观应符合4.1的规定，功能状态应达到C级。

* + - 1. 低温工作

ETC在低温工作试验中，不允许损坏，外观应符合4.1的规定，功能状态应达到A级。

* + - 1. 高温贮存

ETC经高温贮存试验后，不允许损坏，外观应符合4.1的规定，功能状态应达到C级。

* + - 1. 高温工作

ETC在高温工作试验中，不允许损坏，外观应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + - 1. 温度梯度

ETC在温度梯度试验中，不允许损坏，外观应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + - 1. 快速温变

ETC经快速温变试验后，不允许损坏，外观应符合4.1的规定,功能状态应达到C级。

* + - 1. 高低温交变

ETC在高低温交变试验中,不允许损坏，外观应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + - 1. 湿热循环

ETC在湿热循环试验中，不允许损坏，外观应符合4.1的规定,功能状态应达到A级。

* + - 1. 稳态湿热

ETC在稳态湿热试验后，不允许损坏，外观应符合4.1的规定,试验中最后一小时前功能状态应达到C级,试验中最后一小时功能状态达到A级，试验后功能状态应达到A级。

* + - 1. 太阳光辐射

安装在车辆厢体内部阳光直射高温区的ETC，试验后，表面不得有脱落、龟裂、气泡等现象。

安装在车辆厢体内部非阳光直射高温区的ETC不作要求。

* + 1. 化学负荷

ETC经化学负荷试验后，不允许损坏，外观应符合4.1的规定,功能状态应达到A级.

* + 1. 电磁兼容性
       1. 静电放电产生的电骚扰
          1. 电子模块不通电

ETC经电子模块不通电的静电放电试验后，功能状态应达到C级。

* + - * 1. 电子模块通电

ETC在电子模块通电的静电放电试验中，功能状态应达到C级。

* + - 1. 由传导和耦合引起的电骚扰
         1. 沿电源线的电瞬态传导

ETC在沿电源线的电瞬态传导试验中，抗扰试验等级和试验要求应符合表4的规定。

1. 沿电源线瞬态传导的抗扰性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验脉冲 | 抗扰试验等级 | 试验要求 |
| 1 | III | C级 |
| 2a | III | B级 |
| 2b | III | C级 |
| 3a/3b | III | C级 |
| 5b | III | C级 |
| 1. 抗扰试验等级定义见GB/T 21437.2—2008的附录A | | |

* + - * 1. 除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态抗扰

ETC在除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态抗扰的试验中，功能状态应达到C级。

* + - 1. 对电磁辐射的抗扰性

ETC在对电磁辐射的抗扰性试验中，功能状态应达到A级。

* + - 1. 无线电骚扰特性
         1. 传导发射

ETC应符合GB/T 18655—2018中表5、表6等级3的要求。

* + - * 1. 辐射发射

ETC应符合GB/T 18655—2018中表7等级3的要求。

* + 1. 耐久性

ETC在耐久性试验中的各阶段和试验结束后，功能状态应达到A级。

1. 试验方法
   1. 外观结构检查

采用目测方式进行检查。

* 1. 自检功能测试

车辆点火开关处于ON的位置，检查自检指示状态。

* 1. 交易提醒测试

当ETC完成任一交易时，检查交易提醒指示状态。

* 1. 环境评价测试
     1. 试验条件
        1. 试验环境条件

如无其他规定，试验环境条件应符合表5的规定。

1. 试验环境条件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 温度  ℃ | 相对湿度  ％ | 气压  kPa |
| 23±5 | 25～75 | 86～106 |

* + - 1. 试验电压条件

如无其他规定，试验电压条件应符合表6的规定。

1. 试验电压条件

单位：V

|  |  |
| --- | --- |
| 车辆供电系统 | 试验电压（Ut） |
| 12V系统 | 14±0.2 |
| 24系统 | 28±0.2 |

* + 1. 测试环境的构建
       1. 一般要求

除5.4.2.2和5.4.4.6规定外，应按照如下要求构建测试环境。其中，RSU模拟器天线应与ETC接收天线正对并间距1米。测试环境应尽量避免存在同频或邻频干扰。

计算机生成了可选文字:
d=lm
拟孬

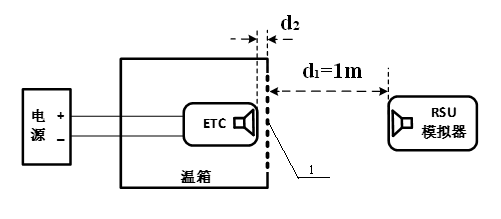
说明：

d：RSU模拟器天线与ETC接收天线的距离，单位为米。

图1 测试环境示意图

* + - 1. 特殊要求

在进行5.4.4.1.2.1、5.4.4.4.2、5.4.4.4.4、5.4.4.4.5、5.4.4.4.7、5.4.4.4.8及5.4.4.4.9试验时，应按照如下要求构建测试环境。其中，ETC接收天线应尽量贴近温箱透波窗口，ETC在透波窗口上的投影边缘应距离透波窗口边缘至少20cm，透波窗口在ETC工作频段内的插入损耗应不大于1dB；RSU模拟器天线应与ETC接收天线正对并间距1米。测试环境应尽量避免存在同频或邻频干扰。



说明：

1:透波窗口；

d1：透波窗口外表面与RSU模拟器天线的距离，单位为米；

d2：ETC接收天线距离透波窗口内表面的距离。

图2 带温箱的测试环境示意图

* + 1. 交易测试步骤

将被测ETC放置于规定的测试环境中，在进行环境评价的同时，通过RSU模拟器测试被测ETC交易功能。

a）RSU模拟器每间隔3s发起1次交易流程（在进行5.4.4.7.2温度交变耐久性试验时，RSU模拟器每间隔6s发起1次交易流程）；若被测ETC响应正确，则视为完成一次交易。

b）重复a)步骤进行连续测试，并监控交易完成状态。

c）如需在环境评价试验后进行交易功能功能，则应在环境评价试验完成后，持续20次a)步骤进行连续测试，并监控交易完成状态。

* + 1. 环境评价测试步骤
       1. 电气性能试验
          1. 直流供电电压试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，先将直流稳压电源电压调至Ut，然后逐渐将电压调至USmin稳定10min，再逐渐将电压调至USmax稳定10min，应符合4.7.3.1的规定。

* + - * 1. 过电压试验

（Tmax-20℃）条件下

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，UN为12V在温度试验箱中加热到T=（Tmax-20℃），向电源输入端施加18V±0.2V的电压持续60min±1min。UN为24V在温度试验箱中加热到T=（Tmax-20℃），向电源输入端施加36V±0.2V的电压持续60min±1min，应符合4.7.3.2.1的规定。

室温条件下

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，UN为12V的将直流稳压电源调至（24±0.25）V，工作（60±6）s；UN为24V的将直流稳压电源调至（48±0.5）V，工作（60±6）s, 应符合4.7.3.2.2的规定。

* + - * 1. 叠加交流电压试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.4.2严酷度1的方法进行试验，应符合4.7.3.3的规定。

* + - * 1. 供电电压缓降和缓升试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.5.2的方法进行试验，应符合4.7.3.4的规定。

* + - * 1. 供电电压瞬态变化试验

电压瞬时下降

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.6.1的方法进行试验，应符合4.7.3.5.1的规定。

对电压骤降的复位性能

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.6.2的方法进行试验，应符合4.7.3.5.2的规定。

启动特性

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.6.3.2等级Ⅱ的方法进行试验，应符合4.7.3.5.3的规定。

* + - * 1. 反向电压试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照表7的方法进行试验，应符合4.7.3.6的规定。

1. 反向电压试验

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 试验参数 | |
| 1 | UN | 12V | 24V |
| 2 | 试验电压（电源输入接口正负极反接） | -14V | -28V |
| 3 | 试验时间 | (60±6)s | |
| 4 | 试验循环次数 | 1次 | |

* + - * 1. 参考接地和供电偏移试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.8.2的方法进行试验，试验中应符合4.7.3.7的规定。

* + - * 1. 开路试验

单线开路

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.9.1的方法进行试验。应符合4.7.3.8.1的规定。

多线开路

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.9.2的方法进行试验。应符合4.7.3.8.2的规定。

* + - * 1. 短路保护试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.2—2011中4.10.2.1的方法进行试验。应符合4.7.3.9的规定。

* + - * 1. 绝缘电阻试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 28046.2—2011中4.12.2的方法进行试验。试验后以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.3.10的规定。

* + - 1. 防尘试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 30038-2013中8.3.3规定的方法进行试验，试验结束后以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.4的规定。

* + - 1. 机械性能试验
         1. 机械振动试验

ETC模拟在车辆上的安装方式在振动台上安装固定，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.3—2011中4.1.2.4.2的方法进行试验，应符合4.7.5.1的规定。

* + - * 1. 机械冲击试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.3—2011中4.2.2.2的方法进行试验，应符合4.7.5.2的规定。

* + - * 1. 自由跌落试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 28046.3—2011中4.3.2的方法进行试验。试验后以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.5.3的规定。

* + - 1. 环境耐候性试验
         1. 低温贮存

ETC以表3的贮存温度下限和以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 28046.4—2011中5.1.1.1.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.6.2的规定。

* + - * 1. 低温工作

ETC以Tmin和GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.4—2011中5.1.1.2.2的方法进行试验，应符合4.7.6.3的规定。

* + - * 1. 高温贮存

ETC以表3的贮存温度上限和以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 28046.4—2011中5.1.2.1.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.6.4的规定。

* + - * 1. 高温工作

ETC以Tmax和GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.4—2011中5.1.2.2.2的方法进行试验，应符合4.7.6.5的规定。

* + - * 1. 温度梯度

ETC以Tmin～Tmax范围和GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 28046.4—2011中5.2.2的方法进行试验，应符合4.7.6.6的规定。

* + - * 1. 快速温变

ETC以Tmin～Tmax范围，按照GB/T28046.4—2011中5.3.2.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.6.7的规定。

* + - * 1. 高低温交变

ETC以Tmin～Tmax范围，按照GB/T 2423.22的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.6.8的规定。

* + - * 1. 湿热循环

ETC按照GB/T 28046.4—2011中5.6.2.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.6.9的规定。

* + - * 1. 稳态湿热

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式2.1（试验最后一小时采用以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2），按照GB/T 28046.4—2011中5.7.2的方法进行试验。试验后静置2h恢复常温，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.6.10的规定。

* + - * 1. 太阳光辐射

安装在汽车厢体内部阳光直射区的ETC，以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 1865—2009中方法2和表3循环D进行600h试验。试验后进行测试，应符合4.7.6.11的规定。

* + - 1. 化学负荷试验

安装在乘客舱内部的ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 28046.5—2013中表1安装位置代码[B]选择试剂和暴露条件以及表2的湿润方法和4.8的程序进行试验。试验后进行测试，应符合4.7.7的规定。

* + - 1. 电磁兼容性试验
         1. 静电放电产生的电骚扰试验

电子模块不通电

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.1，按照GB/T 19951—2019附录C中表C.1、C.2 的类别1试验严酷等级不低于L3的测试电压要求和第9章规定的方法进行试验。试验后以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.8.1.1的规定。

电子模块通电

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 19951—2019附录C中表C.1、C.2、C.3的类别1试验严酷等级不低于L3的测试电压要求和第8章规定的方法进行试验，应符合4.7.8.1.2的规定。

* + - * 1. 由传导和耦合引起的电骚扰试验

沿电源线的电瞬态传导

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照表4规定的抗扰试验等级和GB34660—2017中5.8的方法进行试验，应符合4.7.8.2.1的规定。

除电源线外的导线通过容性和感性耦合的电瞬态抗扰

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 21437.3—2012表B.1、B.2中CCC模式以及等级Ⅲ的要求和3.4.2的方法进行试验，应符合4.7.8.2.2的规定。

* + - * 1. 对电磁辐射的抗扰性试验

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2, 按照GB 34660—2017中4.7的电波暗室法、大电流注入法的抗扰试验强度和5.7的方法进行试验，应符合4.7.8.3的规定。

* + - * 1. 无线电骚扰特性试验

传导发射

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 18655—2018中6.3或6.4的方法进行试验，应符合4.7.8.4.1的规定。

辐射发射

ETC以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，按照GB/T 18655—2018中6.5或6.6或6.7的方法进行试验，应符合4.7.8.4.2的规定。

* + - 1. 耐久性试验
         1. 高温耐久性

ETC在Tmax以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2，运行47h和以GB/T28046.1-2011定义的工作模式1.2，运行1h为循环进行试验，试验持续时间参见附录A.2进行计算。在试验期间按照试验持续时间的25％、50％、75％进行检查，试验结束后以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.9的规定。

* + - * 1. 温度交变耐久性

ETC按照表8规定的方法和图2的温度曲线进行试验，试验循环、循环次数和试验总的时间参见附录A.3进行计算。试验期间按照试验持续时间的25％、50％、75％进行检查，试验结束后以GB/T28046.1-2011定义的工作模式3.2进行测试，应符合4.7.9的规定。

表8温度交变耐久性试验方法

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 试验参数 |
| 1 | 工作模式和循环 | GB/T 28046.1-2011中定义的工作模式1.2和3.1交替循环 |
| 2 | 试验温度曲线 | 图3 |
| 3 | 最低试验温度 | Tmin |
| 4 | 最高试验温度 | Tmax |
| 5 | 温度梯度 | 4℃ / min |
| 6 | 在Tmin和Tmax下保持时间 | 在温度完全渗透之后15min |



图3试验温度曲线

1. （资料性附录）  
   耐久性试验计算模型
   1. ETC在汽车上安装位置的典型温度模型

A.1.1 ETC在汽车安装位置的平均温升

ETC在汽车上不同安装位置的平均温升如表A.1所示。

* 1. 不同安装位置的温度模型和平均温升

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 汽车上的安装位置 | 位置温度模型 | 位置平均温生升（△T） |
| 无特殊的要求 | 1 | 36K |
| 乘客舱内阳光直射高温区 | 2 | 46K |

A.1.2 ETC在不同温区的占比

ETC的安装位置温度模型在不同工作温度的占比如表A.2、表A.3所示。

* 1. 位置温度模型1

|  |  |
| --- | --- |
| 温度（T.i）  ℃ | 温度占比（Pi）  % |
| -40 | 6 |
| 23 | 20 |
| 40 | 65 |
| 80 | 8 |
| 85/90 | 1 |

* 1. 位置温度模型2

|  |  |
| --- | --- |
| 位置温度（T.i）  ℃ | 温度占比（Pi）  % |
| -40 | 6 |
| 23 | 20 |
| 50 | 65 |
| 90 | 8 |
| 95 | 1 |

* 1. 高温耐久性试验Arrhenius计算模型

为了计算高温耐久寿命试验的持续时间，应按照部件的应用条件，并结合作温度分布百分比计算汽车在当前场地下的工作小时toper进行考虑。

* 1. 温度集中模型

|  |  |
| --- | --- |
| 温度（T.i） | 位置温度分布（Pi） |
| T.1 | P1 |
| T.2 | P2 |
| …… | …… |
| T.n | Pn |

对于T.1 ……T.n 的各个温度，按公式A.1计算模型的加速度系数AT.1……AT.n：

AT,i=e{-(EA/K)\*[1/（Ttest+273.15）- 1/(T.i+273.15)]}…………………………………（A.1）

式中：

AT.i：Arrhenius 模型的加速度系数；

EA：激活能量(EA=0.45 eV)；

K：玻尔茲曼常数（K=8.617×10—5 eV/K）；

Ttest：试验温度[℃]，通常为Tmax；

T.i：按照应用曲线在温度集中之后的位置温度；

-273.15℃：温度的绝对零点。

按公式A.2计算加速度系数得出高温耐久性试验的持续时间。

Ttest= toper∑Pi/AT.i………………………………………………（A.2）

式中：

Ttest：高温耐久性试验的试验持续时间（h）；

Toper：安装位置的耐久性工作时间；

Pi：ETC在安装位置温度T.i下的工作时间百分比数

AT.i：温度T.i的加速度系数

1. 以耐久性为10年，每天工作2h，toper为7300h，表A.2位置温度模型为1的给出的T.i，Ttest=Tmax=85℃为例计算，由公式A.1计算可得出：

AT.1 =2484；

AT.2 =21.22；

AT.3 =8.12；

AT.4 =1.23；

AT.5 =1.00。

由公式A.2计算可得出：

Ttest=7300×[(0.06/2484)+(0.20/21.22)+(0.65/8.12)+(0.08/1.23)+(0.01/1)]≈1200(h)

即：高温耐久寿命试验的持续时间为1200h。

* 1. 温度交变耐久性试验Coffin-Manson计算模型

为了计算温度交变条件下的耐久性试验的持续时间，应考虑ETC由表A.1安装位置ΔT的平均温度变化和寿命期间的温度循环次数Ncycle。

按公式A.3计算Coffin-Manson模型的加速度系数与场地平均温度变化的关系：

ACM =（ΔTtest /ΔT）C ……………………………………………（A.3）

式中：

ACM：Coffin-Manson 模型的加速度系数；

ΔTtest：在一次试验循环期间的温差（ΔTTest=Tmax-Tmin）；

ΔT：在场地使用寿命期间的平均温差，见表A.1；

C：Coffin-Manson 模型参数（在本文件中c固定设置为2.5）。

按公式A.4计算试验循环的总次数：

Ntest=Ncycle/ACM……………………………………………………（A.4）

式中：

Ntest——试验循环次数；

Ncycle——在安装位置使用寿命期间的温度循环次数；

ACM：Coffin-Manson模型的加速度系数。

1. 以耐久性为10年，每天使用2次,Ncycle为7300次，表A.2位置温度模型为1的给出的Tmin=－40℃和Tmax=85℃，由表A.1安装位置平均温升ΔT=36K的ETC为例进行计算：

ΔTtest=85℃-（-40℃）=125℃

按公式A.3计算出Coffin-Manson模型的加速度系数为：

ACM=(125/36)2.5=22.47

按公式A.4计算出试验循环次数为：

Ntest=7300/22.47≈325次

ETC温度热浸透的时间为15min，设定温度在20min后浸透部件，则保持时间为35min来计算一次循环的时间为：

Tcycle=2×[(Tmax-Tmin)/(4℃/min)+35min]=132.5min

325次循环时整个试验时间为：

t=(325×132.5min)/60min=717.7h

即：温度交变耐久性试验的每个循环时间为132.5min，总循环次数为325次，试验总的时间为717.7h。

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_