







# 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。

本文件由中国轻工业联合会提出。

本文件由全国自行车标准化技术委员会（SAC/TC 155）归口。

本文件起草单位：电子科技大学、浙江绿源电动车有限公司、雅迪科技集团有限公司、南京优乐玛信息科技有限公司、南京新创力光电科技有限公司、国家轻型电动车及电池产品质量检验检测中心、中国自行车协会、中国自行车协会助力车专业委员会、智能电动自行车联盟（车载信息服务产业应用联盟电动自行车分联盟）、西华大学、江苏鸿鹄电子科技有限公司、天能电池集团股份有限公司、江苏爱玛车业科技有限公司、超威电源集团有限公司、上海移远通信技术股份有限公司、中国电子信息产业集团有限公司华大半导体有限公司、深圳市广和通无线股份有限公司、南京成电云信息科技有限公司、武汉朗立创科技有限公司、温岭市九洲电机制造有限公司、无锡赛盈动力科技有限公司、上海移为通信技术股份有限公司、上海势航网络科技有限公司、芯安微众（上海）电子技术有限公司。

本文件主要起草人：邹渝、林彦、盛刚祥、刘恩、钱伟、李绍荣、杲先锋、陆金龙、杨丽、宋金芸、胡宏平、陈文胜、王金龙、毛书彦、周文渭、余杰、王春磊、叶孝、张欲、单元富、罗俊、邹定洋、袁义林、陈星宇、梁龙双、林志华、王伟、董斌、郭正光、耿炎。

本文件为首次发布。

# 电动自行车电子控制单元（ECU）通用技术规范

## 1 范围

本文件规定了电动自行车电子控制单元的术语和定义、缩略语、要求和试验方法。

本文件适用于电动自行车用电子控制单元的生产、检验和管理。

## 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。

- GB/T 2423.1-2008 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 2423.2-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.5-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
- GB/T 2423.10-2019 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动(正弦)
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾
- GB/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB 14023 车辆、船和内燃机 无线电骚扰特性 用于保护车外接收机的限值 and 测量方法
- GB 17761-2018 电动自行车安全技术规范
- GB/T 28046.2-2019 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 32960.3 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通信协议及数据格式

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电子控制单元** electric control unit; ECU

能实现整车及部件的数据采集、存储、处理(计算、预警、控制)、通信给应用平台(3.2)和用户终端(3.5)的装置或系统，简称ECU。

#### 3.1.1

**集成式ECU** integrated ECU

集成在车辆其他装置或系统的ECU(3.1)。

#### 3.1.2

**单体式ECU** single ECU

单独设计为独立存在于车辆的ECU(3.1)。

### 3.2

**应用平台** application platform

对电动自行车数据进行采集、处理和管理，为联网用户提供信息服务和第三方平台提供数据服务的平台。

### 3.2.1

#### 公共平台 public platform

相关政府部门或其指定机构建立的、对管辖范围内电动自行车和用户进行数据采集和统一管理的应用平台（3.2）。

### 3.2.2

#### 企业平台 enterprise platform

企业自建或委托第三方，对服务范围内的电动自行车和用户进行数据采集、交互管理，并提供安全运营服务与管理的应用平台（3.2）。

### 3.3

#### 智能网联电动自行车 intelligent connected electric bicycle; ICEB

安装有集成式 ECU（3.1.1）或者单体式 ECU（3.1.2），其 BMS 模块、控制部件、显示部件、传感器部件等具有总线数据交互功能，可实现车、路、人等之间的信息交互和多种智能辅助骑行模式的电动自行车。

### 3.4

#### 用户 user

电动自行车合法拥有者或合法使用者。

### 3.5

#### 用户终端 user terminal

通过无线通信与 ECU（3.1）连接，并进行信息交互处理的电子装置。

注：用户终端包括手机、平板电脑、穿戴式设备等。

### 3.6

#### 数据 data

车辆及用户（3.4）的静态（属性）数据和动态（使用、定位）数据。

注：数据包括但不限于车辆加速度、倾斜姿态、速度、里程、位置、时间数据以及蓄电池、电机、传感器等部件的运行数据。

#### 3.6.1

##### 车辆出厂数据 vehicle factory data

整车或部件产品出厂时的静态（属性）数据（3.6）。

注：车辆出厂数据包括产品性能参数、产品合格证信息等。

#### 3.6.2

##### 用户数据 user data

用户姓名、年龄、性别、电话号码、身份证号码等涉及用户隐私的静态（属性）数据（3.6）。

#### 3.6.3

##### 车辆使用数据 vehicle using data

车辆及各部件（如蓄电池、电机、传感器等）在使用时的性能参数，运行工况和状态、姿态等动态数据（3.6）。

注：车辆使用数据包括车辆自检和故障等工况数据（3.6），车辆的速度、角速度、倾斜等状态、姿态数据（3.6）。

### 3.6.4

#### 定位数据 location data

通过蓝牙、WiFi、卫星或基站等通信方式，确定车辆位置、时间的动态数据（3.6）。

### 3.7

#### 警戒区域 fence area

以定位数据给出的第一个定位点为圆心，以设定的半径确定一个封闭圆的范围；或者由几个位置点（一对经度和纬度确定的地理点）连接起来构成的一个封闭的平面范围。

### 3.8

#### 紧急状态 emergency state

由车辆骑行的状态、姿态和速度变化等多方数据组成的一种特别参数集合模式（如速度在设定时间之内降到零+姿态倾倒+电机运转的一种参数组合模式），ECU（3.1）可以据此特别参数集合模式自动判定车辆处于交通事故中的一种特别状态。

注1：处于此类特别状态的车辆，其ECU（3.1）不必人工干预就能自动判别并实时将此特别状态信号上报应用平台（3.2），并能将在此之前内部保存的车辆使用数据（3.6）不被修改、覆盖。

注2：此状态在事故处理完毕后可由用户（3.4）或者应用平台（3.2）解除。

### 3.9

#### 总线 bus

通过ECU（3.1）实现控制器、蓄电池等各功能部件之间传输信息和数据（3.6）交换的通信干线。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

4G/5G:	第4/5代移动通信网络（4/5 Generation Mobile Communication Technology）
AES128:	密钥长度为128 bit的AES算法（128bit Advanced Encryption Standard）
BDS:	北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System）
BMS:	电池管理系统（Battery Management System）
ECU:	电子控制单元（Electric Control Unit）
EIN:	ECU电子识别码（ECU Identification Number）
Galileo:	伽利略卫星导航系统（Galileo Navigation Satellite System）
GLONASS:	格洛纳斯卫星导航系统（Global Navigation Satellite System）
GNSS:	全球导航卫星系统（Global Navigation Satellite System）
GPS:	全球定位系统（Global Positioning System）
NB-IoT:	基于蜂窝的窄带物联网（Narrow Band Internet of Things）
NFC:	近距离无线通信（Near Field Communication）
OTA:	空中远程升级（Over-The-Air）
RSA:	RSA算法（RSA Algorithm）
WIFI:	无线网络通信技术（Wireless Fidelity）

## 5 要求

### 5.1 功能要求

#### 5.1.1 ECU 功能

##### 5.1.1.1 时间和日期

ECU 应提供时间和日期，时间应精确到秒，日期应精确到日。

ECU 应有多种授时功能。ECU 在启动时优先通过卫星定位授时，如果短时间无法获取卫星信息，则采用网络连接授时。

注：此条文中的时间为北京时间。

##### 5.1.1.2 注册与激活

ECU 应有支持用户终端以远程无线通信方式在应用平台注册和激活的功能。

##### 5.1.1.3 定位追踪

###### 5.1.1.3.1 定位

ECU 应有支持卫星定位功能，并能根据上报周期进行定位数据上报。上报的定位数据至少包括时间、经度、纬度、方向、海拔高度的数据。

在能正常接收到卫星定位 GNSS (BDS/GPS/GLONASS/Galileo) 信号的情况下，优先使用卫星定位；在不能接收到卫星定位信号的情况下，应自动采用基站或其他定位方式。

###### 5.1.1.3.2 追踪

ECU 应有支持应用平台或用户终端开启或关闭追踪的功能；并有支持追踪上报周期的设置。当追踪功能开启时，ECU 应根据追踪上报周期的设置，按 5.1.1.3.1 的要求向应用平台上报定位数据。

##### 5.1.1.4 数据采集/计算

按照应用平台和用户终端的需要，ECU 应采集车辆使用数据和定位数据，或根据采集的动态数据进行数据计算。这些数据至少包括蓄电池总/实时电压、总/实时电流、总电量、总里程、本次里程、续航里程，蓄电池充/放电次数、车辆速度、倾斜度、ECU 温度、蓄电池温度。

数据采集应具有总线数据交互功能的 BMS 模块、控制部件、显示部件、传感器部件等。

##### 5.1.1.5 数据存储

ECU 数据存储要有以下功能：

- a) 按照应用平台规定的时间间隔，ECU 应将采集到的车辆实时数据保存在内部存储介质中；
- b) ECU 内部存储介质存储数据应有自动循环覆盖功能。当存储介质容量存满时，数据将自动覆盖陈旧数据；
- c) ECU 内部存储的数据应具有可读性；
- d) ECU 断电停止工作时，应保存断电前已保存在存储介质中的数据。

##### 5.1.1.6 数据通信

###### 5.1.1.6.1 无线通信



ECU 应支持远程无线通信功能和近程无线通信功能。具体要求如下：

- a) ECU 至少支持 4G/5G、NB-IoT 等其中一种分组域业务的远程无线通信方式；
- b) ECU 至少支持蓝牙、WiFi、NFC 等其中一种近程无线通信方式。

#### 5.1.1.6.2 数据上报

按照应用平台设定的上报周期，ECU 应按时将采集数据上报至应用平台。

#### 5.1.1.6.3 指令接收

ECU 应接收应用平台和用户终端下发的指令。

#### 5.1.1.6.4 数据补发

ECU 应有数据补发功能。当远程无线通信异常时，ECU 可将已采集的实时数据存储到本地存储介质中，等待远程无线通信恢复正常后，将存储介质中保存的数据补发至应用平台。

#### 5.1.1.7 数据加密

ECU 应有数据加密功能。存储在 ECU 内的数据及 ECU 与应用平台传输过程中的数据加密后，其应完整、准确和不可否认。

#### 5.1.1.8 远程控制

ECU 应有车辆自检、远程查询、远程参数设置的功能。

#### 5.1.1.9 设置警戒和解除警戒

ECU 应能被应用平台远程或用户终端近程设置为设置警戒报警或解除警戒不报警的状态。

#### 5.1.1.10 报警

##### 5.1.1.10.1 振动报警

ECU 应有振动报警功能，并应满足以下要求：

- a) 有振动灵敏度等级设置功能；
- b) 在设置警戒状态下，当振动大于设置的振动灵敏度等级时，其能产生异常振动报警数据，并发送到应用平台。

##### 5.1.1.10.2 越界报警

ECU 应有越界报警功能，并应满足以下要求：

- a) 支持应用平台对警戒区域的设置；
- b) 在设置警戒状态下，当被移出警戒区域时，其能产生越界报警数据，并发送到应用平台。

##### 5.1.1.10.3 故障报警

当 ECU 监测到系统设置的故障报警触发条件信号时，其应产生相应的故障报警数据，并发送到应用平台。

##### 5.1.1.10.4 姿态报警

当 ECU 监测到车辆设置的姿态报警触发条件信号时，其应自动产生相应的报警数据，并发送到应用平台。

#### 5.1.1.10.5 紧急状态报警

当车辆处于紧急状态时，ECU 应自动判别并产生相应的报警数据，并实时上报至应用平台，同时保留在此之前内部保存的数据不被修改、覆盖。

#### 5.1.1.10.6 蓄电池电压监测报警

ECU 应有蓄电池电压监测报警功能。当 ECU 监测到车辆设置的蓄电池电压报警触发条件信号时，应自动产生相应的报警数据并发送到应用平台。

#### 5.1.1.10.7 蓄电池温度监测报警

对有总线数据交互功能的 BMS，ECU 应有蓄电池温度监测报警功能。当 ECU 监测到系统设置的车辆蓄电池温度报警触发条件信号时，应自动产生相应的报警数据并发送到应用平台。

#### 5.1.1.10.8 ECU 温度监测报警

ECU 应有对其本体温度监测报警功能。当 ECU 监测到其设置的温度报警触发条件信号时，应自动产生报警数据并发送到应用平台。

#### 5.1.1.11 休眠模式

ECU 应有低功耗休眠模式。

#### 5.1.1.12 自带电源

ECU 可有内部自带电源。

#### 5.1.1.13 总线接口

有总线接口的 ECU 应通过总线与其他具有数据交互的部件进行数据交互。

#### 5.1.1.14 通信协议

ECU 与应用平台、应用平台之间的通信协议应符合 GB/T 32960.3 的要求。

#### 5.1.1.15 电子识别码

ECU 应有唯一的、不可修改的产品电子识别码 (EIN)。EIN 应通过无线通信手段识别确定。

#### 5.1.1.16 用户连接

ECU 应有与用户通过远程无线通信持续连接直接进行信息交互的功能，保障应用平台与 ECU 数据通信涉及用户隐私数据时，ECU 有与用户进行信息交互、获取用户授权的能力。

车辆出厂数据、与用户数据没有关联的车辆使用数据和定位数据不属于用户隐私数据，可共享应用。

#### 5.1.1.17 身份识别

ECU 通过平台注册激活后，其应以远程和近程的无线通信方式，接受用户身份信息识别和合法性校验。

#### 5.1.1.18 OTA 功能

ECU 应有 OTA 功能。

### 5.1.1.19 智能辅助骑行模式

ECU 可有多种智能辅助骑行模式。其可支持智能网联电动自行车的新手、常规、专业骑手、老人智能骑行等分级模式和普通、舒适、体验智能个性化骑行模式等。

### 5.1.2 公共平台功能

公共平台应有数据的录入、维护、统计、分析和监管的功能。公共平台应能接受企业平台录入的车辆数据、上报故障与报警的处置措施、处置进度和处置结果等。公共平台应对企业平台录入数据进行审核、监管和相关数据分析。公共平台与企业平台之间数据传输应加密处理。

公共平台与公共平台之间应有数据交换的功能。

### 5.1.3 企业平台功能

企业平台应有与 ECU 进行通信的功能。

企业平台应有车辆故障监控和安全报警的功能。根据故障造成车辆安全隐患的程度，对故障和报警应进行分级管理，不同级别设置不同的处置措施。

企业平台应定期将故障和报警的处置措施、处置进度和结果上报至公共平台。

## 5.2 性能要求

### 5.2.1 电气适应性

#### 5.2.1.1 启动时间

ECU 从通电运行到实现数据采集的时间不应大于 120 s。

#### 5.2.1.2 工作电压范围

按 6.2.1.2 描述的方法进行工作电压测量，ECU 各项功能应符合 5.1 的要求。

#### 5.2.1.3 自带电源工作时间

在无外部供电情况下，ECU 自带电源应能持续工作 6 h，期间其各项功能应符合 5.1 的要求。

### 5.2.2 环境适应性

ECU 的环境适应性应符合表 1 的要求。

表 1 环境适应性

项目名称	要求	试验方法
高温	试验结束后，ECU 安装在整车上，各项功能应符合 5.1 的要求。	6.2.2.1
低温	试验结束后，ECU 安装在整车上，各项功能应符合 5.1 的要求。	6.2.2.2
恒定湿热	试验结束后，ECU 安装在整车上，各项功能应符合 5.1 的要求。	6.2.2.3
盐雾	试验结束后，ECU 表面应无锈蚀，ECU 安装在整车上，各项功能应符合 5.1 的要求。	6.2.2.4
正弦振动	试验结束后，ECU 应无永久变形和机械损伤，安装在整车上，各项功能应符合 5.1 的要求。	6.2.2.5

冲击	试验结束后，ECU 应无永久变形和机械损伤，安装在整车上，各项功能应符合 5.1 的要求。	6.2.2.6
----	---	---------

### 5.2.3 无线电骚扰特性

ECU 的无线电骚扰特性应符合 GB 14023 的要求。

### 5.2.4 反向电压性能

ECU 反向电压性能应符合 GB/T 28046.2-2019 中 4.7.3 的要求。

### 5.2.5 稳定性

按 6.2.5 描述的方法进行稳定性试验后，ECU 应无电和机械的故障出现。

### 5.2.6 阻燃性

ECU 外壳阻燃性能应符合 GB 17761-2018 中 6.5 的要求。

### 5.2.7 外壳防护性能

ECU 外壳防护等级应符合 GB/T 4208—2017 中 IP56 的要求。

## 6 试验方法

### 6.1 功能试验

#### 6.1.1 ECU 功能试验

##### 6.1.1.1 时间和日期

在公用通信网信号和卫星信号正常情况下，重新启动 ECU；待 ECU 网络连接完成数据上报至应用平台，从应用平台查看 ECU 的时间和日期。

在公用通信网信号和卫星信号正常情况下，查看 ECU 与应用平台通信时，是否具有自动对时功能。

##### 6.1.1.2 注册与激活

在公用通信网信号正常情况下，完成应用平台的注册和激活，在应用平台上查看注册和激活信息。

##### 6.1.1.3 定位追踪

###### 6.1.1.3.1 定位

在公用通信网信号正常情况下，分别在有卫星定位的环境下与接收不到卫星定位信号的环境下，对 ECU 进行试验，查看试验期间应用平台上有无 ECU 上报的卫星定位数据。有卫星定位环境下优先采用卫星定位方式，无卫星定位环境下采用基站定位或其他定位方式。

试验期间在应用平台上查看收到的 ECU 根据上报周期设置所上报的定位数据和定位方式。

###### 6.1.1.3.2 追踪

在公用通信网信号正常情况下对 ECU 进行追踪试验。当追踪功能关闭时，应用平台上无 ECU 上报的定位数据；当追踪功能打开时，应用平台按照 ECU 追踪上报周期的设置，收到 ECU 的定位数据。

通过应用平台或用户终端修改 ECU 的上报周期，在应用平台上观察数据上报周期是否与设定值一致。

#### 6.1.1.4 数据采集/计算

将 ECU 通电，进行数据采集/计算，数据上报至应用平台，验证 ECU 是否采集车辆使用和定位数据，或进行数据计算。

#### 6.1.1.5 数据存储

通过应用平台发送指令给 ECU，令其将断电前存储的信息上传查验，验证 ECU 是否具有信息存储功能、断电数据存储功能以及存储的数据是否可读；再令 ECU 按其最大存储容量满后查看信息是否能自动覆盖。

#### 6.1.1.6 数据通信

##### 6.1.1.6.1 无线通信

先通过应用平台设置或修改 ECU 的参数，然后查询 ECU 的配置参数，查看是否与应用平台的设置或修改一致，查看 ECU 和应用平台之间的远程通信。

设置 ECU 蓝牙或其他一种近程通信配置参数，查看是否能与用户终端近程通信。

##### 6.1.1.6.2 数据上报

将 ECU 通电，然后通过应用平台或用户终端修改 ECU 的上报周期，向应用平台上报数据；在应用平台观上察数据上报周期是否与设定值一致。

##### 6.1.1.6.3 指令接收

通过应用平台和用户终端下发指令，查看试验期间 ECU 执行相应指令的动作情况。

##### 6.1.1.6.4 数据补发

将 ECU 放置在远程无线通信异常的地方工作 1 h，然后将 ECU 转移至远程无线通信良好的地方。查看试验期间当远程无线通信异常时，ECU 是否将已采集的实时数据存储到本地存储介质中；等待远程无线通信恢复正常后，是否将存储介质中保存的数据补发至应用平台。

#### 6.1.1.7 数据加密

ECU 通过加密算法（RSA 或 AES128 算法等）加密后将数据上报至应用平台，应用平台解密后验证数据是否完整、准确和不可否认。

#### 6.1.1.8 远程控制

分别通过应用平台和用户终端下发自检、远程查询、远程参数设置指令，查看 ECU 的执行情况。

#### 6.1.1.9 设置警戒和解除警戒

分别在应用平台和用户终端，对 ECU 终端进行设置警戒和解除警戒操作，查看 ECU 终端所处的状态。

#### 6.1.1.10 报警

##### 6.1.1.10.1 振动报警

将 ECU 设置在警戒状态，选择在某一振动灵敏度等级下，触发 ECU 的振动传感器，使其产生报警；查看 ECU 是否自动产生相应的报警数据，并发送到应用平台；改变振动灵敏度等级，重复上述试验，查看 ECU 是否触发报警。

#### 6.1.1.10.2 越界报警

将 ECU 设置在警戒状态，通过应用平台或用户终端设置 ECU 的警戒区域。将 ECU 移至警戒区域以外，查看 ECU 是否触发报警，自动产生相应的报警数据，发送到应用平台；删除该警戒区域，查看 ECU 是否触发报警。

#### 6.1.1.10.3 故障报警

将 ECU 设置在警戒状态，设置对应的故障报警触发条件，查看 ECU 是否自动产生相应的报警数据，并发送到应用平台；重复上述试验，查看 ECU 是否触发报警。

#### 6.1.1.10.4 姿态报警功能

将 ECU 设置在警戒状态，设置对应的姿态报警触发条件，查看 ECU 是否自动产生相应的报警数据，发送到应用平台；重复上述试验，查看 ECU 能否触发报警。

#### 6.1.1.10.5 紧急状态报警

将 ECU 设置在警戒状态，车辆放置于紧急状态下，查看 ECU 是否自动判别并产生相应的紧急状态报警数据，并实时上报应用平台。

再令 ECU 上传紧急状态之前 1 min 内 ECU 保存的数据与同段时间应用平台已保存的数据进行查验，查看 ECU 保留的紧急状态之前内部保存的数据是否被修改和覆盖。

#### 6.1.1.10.6 蓄电池电压监测报警

将 ECU 设置在警戒状态，设置车辆蓄电池电压报警触发条件，查看 ECU 是否自动产生相应的报警数据并发送至应用平台。

#### 6.1.1.10.7 蓄电池温度监测报警

将 ECU 设置在警戒状态，设置车辆蓄电池温度报警触发条件，查看 ECU 是否自动产生相应的报警数据并发送至应用平台。

#### 6.1.1.10.8 ECU 温度监测报警

将 ECU 设置在警戒状态，设置 ECU 本体温度报警触发条件，查看 ECU 是否自动产生相应的报警数据并发送到应用平台。

#### 6.1.1.11 休眠模式

设置 ECU 低功耗条件，ECU 监测到低功耗触发条件信号时，查看是否进入低功耗休眠模式。

#### 6.1.1.12 自带电源

断开自带电源 ECU 的外部供电线路，依靠其自带电源供电，在数据通信和卫星定位功能都开启，且每 1 min 向应用平台报送数据的情况下，查看 ECU 是否正常工作。

#### 6.1.1.13 总线接口

应用平台下发指令，查看车辆使用数据；查看有总线接口的 ECU 是否采集到车辆使用数据并

上报至应用平台。

#### 6.1.1.14 通信协议

进行 ECU 和应用平台的远程无线通信试验，查看 ECU 与应用平台的通信协议是否符合 GB/T 32960.3 的要求。

#### 6.1.1.15 电子识别码

选用两个或者两个以上已经通过应用平台注册激活的 ECU，将其通电后通过无线通信手段进行 EIN 识别。

#### 6.1.1.16 用户连接

将 ECU 与用户通过远程无线通信持续连接直接进行数据交换试验；重复上述试验，查看 ECU 是否具有与用户进行信息交互、获取用户授权的能力。

#### 6.1.1.17 身份识别

对已完成应用平台注册激活的 ECU，在用户终端上录入车辆用户信息，以远程和近程的两种无线通信方式，查看是否对用户的身份信息进行一致性识别和合法性校验；重复上述试验，再次查看是否对用户的 ([1] 身份信息 ([1] 进行一致性识别和合法性校验。

#### 6.1.1.18 OTA 功能

在 ECU 处于车辆停车的安全状态下，从应用平台下发升级包给该车辆，升级完成后，重新启动该车辆，查看升级后的 ECU 能否正常工作。

#### 6.1.1.19 智能辅助骑行模式

有智能辅助骑行模式的智能网联电动自行车，启动智能辅助骑行模式试验；重复上述试验，查看是否具有几种智能辅助骑行模式。

### 6.1.2 公共平台功能要求

对公共平台进行数据录入、维护、统计和分析、监管；重复上述试验，查看公共平台的功能情况。

公共平台与企业平台进行数据交换，重复上述试验，查看公共平台接受企业平台录入的车辆数据、上报故障与报警的处置措施、处置进度和处置结果等情况。

公共平台和企业平台 ([1] 之间 ([1] 进行数据 ([1] 传输，查看企业平台通过加密算法 (RSA 或 AES128 算法等) 将加密后数据上报至公共平台，公共平台解密后验证数据的情况。

公共平台与公共平台 ([1] 进行数据 ([1] 交换，重复上述试验，查看公共平台之间交换的功能情况。

### 6.1.3 企业平台功能要求

企业平台与 ECU 进行数据通信，查看企业平台与 ECU 的通信情况。

查看企业平台是否有车辆故障监控和安全报警的功能、对故障和报警进行分级管理的功能，以及是否能定期将故障和报警的处置措施、处置进度和结果上报至公共平台的功能，重复上述试验，查看企业平台的功能情况。

## 6.2 性能测试

### 6.2.1 电气适应性能

### 6.2.1.1 启动时间

用计时器记录从 ECU 通电自检到实现数据采集的时间。

### 6.2.1.2 工作电压范围

将 ECU 与直流稳压电源和整车各电器部件连接。根据 ECU 明示的标称电压，通电调节直流稳压电源的输出电压值达到表 2 所对应的最低电压值和最高电压值，按 6.1 描述的方法对 ECU 在最低电压值和最高电压值时各项功能进行试验。

表 2 工作电压范围

单位为伏特

标称电压	最低电压	最高电压
5	3.75	6.5
12	9	16
24	18	32
36	27	48
48	36	60

### 6.2.1.3 自带电源工作时间

断开自带电源的 ECU 外部供电线路，依靠自带电源（满电）供电，在数据通信和卫星定位功能都开启，且每 2 min 向应用平台上报数据的情况下连续工作，直至工作停止，并记录工作时间。

## 6.2.2 环境适应性

### 6.2.2.1 高温试验

按 GB/T 2423.2-2008 试验 Bb 描述的方法及以下程序进行试验：

a) 将受试样品放入具有室温的试验箱内，并尽可能放在试验箱中央，使受试样品的任何部分和箱壁之间有尽可能多的空间；

b) 试验箱温度按  $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速度（指 5 min 内温度的算术平均值）上升至  $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。当受试样品达到温度稳定后，通电并处于正常工作状态下搁置 2 h；

c) 在试验的最后 30 min 内检查样品状态；

d) 试验结束后，将受试样品断开电源，试验箱温度按  $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速度降低至正常的试验大气条件范围的某一数值，恢复 2 h 后按 6.1 描述的方法进行 ECU 功能试验。

### 6.2.2.2 低温试验

按 GB/T 2423.1-2008 试验 Ab 描述的方法及以下程序进行试验：

a) 将受试样品放入具有室温的试验箱内，并尽可能放在试验箱中央，以使受试样品的任何部分和箱壁之间有尽可能多的空间；

b) 试验箱温度按  $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速度（指 5 min 内温度的算术平均值）下降至  $(-20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。当受试样品达到温度稳定后，通电并处于正常工作状态下搁置 2 h；



- c) 在试验的最后 30 min 内检查样品状态;
- d) 试验结束后, 将受试样品断开电源, 试验箱温度按  $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速度上升至正常的试验大气条件范围的某一数值, 恢复 2 h 后按 6.1 描述的方法进行 ECU 功能试验。

#### 6.2.2.3 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3-2006 描述的方法及以下程序进行试验:

- a) 将受试样品放入具有室温的试验箱内;
- b) 试验箱温度按  $0.7^{\circ}\text{C}/\text{min}\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$  的平均速度 (指 5 min 内温度的算术平均值) 上升至  $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。当受试样品达到温度稳定后再加湿度至相对湿度为  $(93\pm 3)\%$ , 通电并处于正常工作状态下搁置 48 h;
- c) 试验结束后, 将试验箱温度恢复至正常的试验大气条件范围的某一数值, 恢复 2 h 后按 6.1 描述的方法进行 ECU 功能试验。

#### 6.2.2.4 盐雾试验

按 GB/T 2423.17-2008 描述的方法及以下程序进行试验:

- a) 受试样品在不开机的状态下, 按其正常使用状态放入到温度为  $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$  的试验箱中。使用的盐雾溶液 pH 值  $6.5\sim 7.2$ ; 盐雾溶液可采用氯化钠和蒸馏水或去离子水配制, 其质量分数为  $(5\pm 1)\%$ ;
- b) 喷雾时间为每隔 45 min 喷雾 15 min, 喷雾 48 h。盐雾充满试验箱内所有暴露空间, 用水水平收集面积为  $80\text{ cm}^2$  的干净漏斗放置于试验箱空间内任意一点, 收集连续雾化 48 h 的盐雾沉降量, 平均每小时收集到  $1.0\text{ mL}\sim 2.0\text{ mL}$  的溶液;
- c) 试验结束后, 用流动水轻轻洗去受试样品表面的盐雾沉积物, 再在蒸馏水中漂洗, 洗涤水温不高于  $35^{\circ}\text{C}$ , 然后在标准大气条件下恢复干燥后进行外观查看, 按 6.1 描述的方法进行 ECU 功能试验。

#### 6.2.2.5 正弦振动试验

按 GB/T 2423.10-2008 描述的方法及以下程序进行试验:

- a) 将受试样品紧固在振动台面上 (受试样品的重心应位于振动台面的中心附近), 要避免紧固受试样品的装置件 (螺栓、压板、压条等) 在振动试验中产生自身共振;
- b) 设置振动频率为  $10\text{ Hz}\sim 55\text{ Hz}$ , 位移幅值为  $0.35\text{ mm}$ ,  $1\text{ 倍频程}/\text{min}$ ; 受试样品在通电并处于正常工作状态下, 分别在 X、Y、Z 的轴向各进行 30 min 扫频振动, 整个振动时间共 90 min; 如果有共振频率, 记录共振点, 在共振频率上振动 15 min;
- c) 试验结束后按 6.1 描述的方法进行 ECU 功能试验。

#### 6.2.2.6 冲击试验

按 GB/T 2423.5-1995 描述的方法及以下程序进行试验:

- a) 受试样品紧固在冲击试验机的台面上;
- b) 设置冲击脉冲波形为半正弦波形, 冲击加速度幅值为  $15\text{ g}$ , 冲击脉冲持续时间为  $11\text{ ms}$ , 对受试样品在通电并处于正常工作状态下, 分别在 X、Y、Z 的轴向各进行 3 次冲击试验;
- c) 试验结束后按 6.1 描述的方法进行 ECU 功能试验。

#### 6.2.3 无线电骚扰特性

按 GB 14023 描述的方法进行无线电骚扰特性试验。

#### 6.2.4 反向电压性能

按 GB/T 28046.2-2019 中 4.7.2.3 描述的方法进行反向电压性能试验。

#### 6.2.5 稳定性

将 ECU 通电并处于数据通信和卫星定位功能都开启，且在每 2 min 上报一次数据的工作状态下，连续工作 168 h。期间每 24 h 至少一次按 6.1 描述的方法进行功能试验。

#### 6.2.6 阻燃性

按 GB 17761-2018 中 7.6 描述的方法进行阻燃性试验。

#### 6.2.7 外壳防护性能

按 GB/T 4208-2017 中 13.4 和 14.2.6 描述的方法进行外壳防护性能试验。