

团体标准

T/CICEIA XXX-XXXX

汽油机电电子控制单元 通用技术规范

Gasoline engine electronic control units—General technical specification

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国内燃机工业协会 发布

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。

本文件由中国内燃机工业协会提出。

本文件由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：卓品智能科技无锡股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、广西玉柴机器股份有限公司

本文件主要起草人：臧润涛、李少佳、谢亚平、刘钊、叶宇、王世荣、杜宇、李星星、邓小超。

本文件为首次发布。

汽油机电电子控制单元 通用技术规范

1 范围

本文件规定了汽油机电电子控制单元（以下简称ECU）的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于道路车辆及非道路车辆用汽油机电电子控制单元的设计、生产和检验。柴油、天然气和替代燃料发动机的电子控制单元可参照执行。

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 18655 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 21437.2 道路车辆 由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
- GB/T 21437.3 道路车辆 电气/电子部件对传导和耦合引起的电骚扰试验方法 第3部分：对耦合到非电源线的电瞬态的抗扰性
- GB/T 28046.1 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 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 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 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 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 30512 汽车禁用物质要求
- GB/T 33014.2 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2部分：电波暗室法
- GB/T 33014.4 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4部分：线束激励法
- GB/T 33014.8 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8部分：磁场抗扰法
- GB/T 33014.9 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9部分：便携式发射机法
- GB/T 34590 道路车辆 功能安全
- GB 44495 汽车整车信息安全技术要求
- GB 7258-2017 机动车运行安全技术条件

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 engine control unit; ECU

通过接收来自各传感器的信号，经内部算法处理，驱动各执行器实现发动机的燃油喷射、点火、怠速、排放控制和OBD诊断等功能的电子控制装置。

3.2

故障码 trouble code

ECU检测到系统或部件故障时使用的标识故障类型和位置的代码。

3.3

标定数据 calibration data

为了适应不同汽油机型号和配置，调整和优化ECU控制策略和参数的数据集合。

3.4

中高负荷 medium to high load

指发动机节气门开度较大，输出功率处于60%~80%的工作工况。

3.5

诊断通信接口 diagnostic communication interface

车辆对外的标准化物理通信端口，是外部诊断设备与ECU之间数据交互的桥梁，多用于故障读取、故障清除、数据流监测、ECU刷写标定等诊断操作。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 ECU 外观应整洁，无锈蚀、裂纹、毛刺等缺陷，标识清晰、正确。

4.1.2 所有接插件应插接牢固，具有防误插和防水防尘性能。

4.1.3 PCB 板应清洁，无短路、断路，焊接点应光滑、无虚焊。

4.1.4 禁用物质应符合 GB/T 30512 的要求。

4.2 功能要求

4.2.1 基本控制功能

4.2.1.1 喷油控制参数

ECU喷油控制参数应符合以下要求：

- a) 喷油量：误差应不超过 $\pm 3\%$ ；
- b) 喷油正时：误差应不超过 $\pm 1^\circ \text{CA}$ ；
- c) 喷油方式：支持多点喷射、顺序喷射等不同喷油模式。

4.2.1.2 点火控制参数

ECU点火控制参数应符合以下要求：

- a) 怠速点火提前角： $-10^\circ \text{CA} \sim 15^\circ \text{CA}$ ；
- b) 中高负荷点火提前角： $20^\circ \text{CA} \sim 40^\circ \text{CA}$ ；
- c) 控制精度误差应不超过： $\pm 1^\circ \text{CA}$ 。

4.2.1.3 进气控制参数

ECU进气控制参数应符合以下要求：

- a) 节气门开度：误差应不超过 $\pm 0.5\%$ ；
- b) 可变气门正时（VVT）：误差应不超过 $\pm 1^\circ \text{CA}$ ；
- c) 进气量范围：随发动机排量和转速变化，怠速约 $5 \text{ g/s} \sim 15 \text{ g/s}$ ，高负荷可达 100 g/s 以上，控制精度为 $\pm 0.1 \text{ g/s}$ 。

4.2.1.4 怠速控制参数

ECU怠速控制参数应符合以下要求：

- a) 怠速转速： $600\text{r/min} \sim 1000\text{r/min}$ 之间；
- b) 怠速稳定性：误差应不超过 $\pm 5\%$ 。

4.2.1.5 排放控制参数

氧传感器反馈控制精度误差应小于 $\pm 2\%$ 。

4.2.1.6 故障诊断与保护

ECU故障诊断与保护控制参数应符合以下要求：

- a) 故障码存储：ECU 应记录汽油机运行过程中的故障信息，如传感器故障、执行器故障等；

- b) 过热保护：当汽油机温度过高时，ECU 应自动降低功率或停机，保护汽油机部件；
- c) 断油控制：在特定工况下（如车辆急刹车、发动机超速等），ECU 应切断燃油供应。

4.2.1.7 电压监控

4.2.1.7.1 工作电压范围：

- a) 系统电源电压：9 V~16V（12V 系统）或 16V~32V（24V 系统）；
- b) 传感器供电电压：4.9 V~5.1V。

4.2.1.7.2 ECU 应实时监测以下供电状态：

- a) 系统供电监控：ECU 应能监控过压和欠压状态，过压和欠压出现之后，ECU 应关闭相关驱动；
- b) 传感器供电监控：过压和欠压出现后，传感器采集值应当舍弃，使用模型计算值或者缺省值进行替代。

4.2.1.8 系统监控

系统监控功能应及时探测到程序处理时间异常等情况，并在到达设定的超时时间前，通过相关安全措施，使系统恢复到确定的安全状态。

4.2.2 通讯功能

4.2.2.1 ECU 应具备与整车控制单元通讯的功能，通讯速率及协议应符合整车网络要求。

4.2.2.2 ECU 应根据具体应用场景的需求，按照表 1 选择合适的通信协议，包括但不限于 CAN、CAN FD、LIN、SENT 等协议。应确保与汽车不同节点之间通信的可靠性，并具备足够的抗干扰能力。

表1 ECU 通信协议类型及用途

序号	通信协议	通信速率	功能	用途
1	CAN/CAN FD	500K Bits/s、250K Bits/s、1M Bits/s等	报文过滤、错误检测与处理	变速箱控制单元、组合仪表、OBD诊断仪等
2	LIN	19.2K Bits/s等	低功耗模式	雨刮、车窗、传感器等
3	SENT	30~37 K Bits/s	传感器信号采集	空气流量传感器、EGR 压差传感器、GPF压力传感器

4.2.3 在线刷写功能

应支持通过诊断通信接口，在不拆卸ECU的情况下，对应用程序和标定数据进行更新。软件升级应符合GB 44496的要求。

4.2.4 汽车安全保护功能

ECU应具备发动机熄火保护和发动机超速断油等功能并符合GB/T 34590.4中ASIL等级的要求。

4.2.5 信息安全

ECU的信息安全应符合GB 44495和GB 7258中4.1.5的要求。

4.2.6 软件与标定

4.2.6.1 标定数据应具备可分离性，可匹配不同型号的汽油机。

4.2.6.2 软件算法应稳定、可靠，能适应高原、高温、高寒等极端工况。

4.3 电气特性

4.3.1 功能状态分级

4.3.1.1 A 级 试验中和试验后，ECU 所有功能满足设计要求。

4.3.1.2 B级 试验中 ECU 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。存储器功能应符合 A 级。

4.3.1.3 C级 试验中 ECU 一个或多个功能不满足设计要求,但试验后所有功能自动恢复到正常运行状态。

4.3.1.4 D级 试验中 ECU 一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到正常运行状态,需要进行简单操作重新激活 ECU。

4.3.1.5 E级 试验中 ECU 一个或多个功能不满足设计要求且试验后不能自动恢复到正常运行状态,需要对 ECU 进行修理或更换。

4.3.2 工作电压

应能在9V~16V(12V系统)或16V~32V(24V系统)的直流电压下正常工作。

4.3.3 叠加交流电压

叠加交流电压应满足GB/T 28046.2的要求。

4.3.4 过电压

过电压应满足GB/T 28046.2的要求。

4.3.5 耐压性能

应能承受 $24V \pm 0.1V$ 、持续 60min(12V 系统)或 $36V \pm 0.1V$ 、持续 60min(24V 系统)的过电压试验,功能不失效。

4.3.6 防浪涌以及防反向电流

4.3.6.1 ECU 应具备抑制电源线上因负载突变(如空调压缩机启停)产生的瞬时高压脉冲浪涌的功能。

4.3.6.2 ECU 应具备抑制反向电流的功能,防止执行器(如电磁阀、电机)的感应电动势反向流入 ECU 电源。

4.3.7 静电防护

静电防护应符合GB/T 28046.2的要求。

4.3.8 短路保护

短路保护应符合GB/T 28046.2的要求。

4.3.9 抛负载

抛负载应符合GB/T 28046.2的要求。

4.3.10 反向电压保护

应能承受 $-14V \pm 0.1V$ 、持续 1min(12V 系统)或 $-28V \pm 0.1V$ 、持续 1min(24V 系统)的反向电压冲击,试验后功能正常。

4.3.11 电源跌落与复位

在电源电压瞬间跌落至 4.5V 再恢复时,ECU 应能正常复位并恢复工作。

4.3.12 静态电流

ECU 设为休眠模式,按照 5.3 规定的方法进行试验,静态电流应 $\leq 5mA$ (具体值可根据项目要求调整)。

4.3.13 复位特性

复位特性应满足GB/T 28046.2的要求。

4.4 环境可靠性

ECU的环境可靠性应符合GB/T 28046.4的要求。

4.4.1 工作温度

按照 5.4 规定的方法进行试验后，ECU 的工作温度应符合 $-40^{\circ}\text{C}\sim+105^{\circ}\text{C}$ 的要求。

4.4.2 交变湿热

按照 5.4 规定的方法完成循环试验后，功能正常，无性能退化。

4.4.3 机械振动

按照 5.4 规定的方法进行试验后，无结构损坏，功能正常。

4.4.4 机械冲击

按照 5.4 规定的方法进行试验后，试验结果应符合 GB/T 28046.3 的要求。

4.4.5 防护等级（IP 代码）

ECU 按照 5.4 规定的方法进行试验，壳体防护等级应符合 GB/T 28046.4 的要求。

4.4.6 盐雾试验

ECU 按照 5.4 规定的方法进行试验，试验结果应符合 GB/T 28046.4 的要求。

4.4.7 耐化学试剂

ECU 按照 5.4 规定的方法进行试验，试验结果应符合 GB/T 28046.5 中的要求。

4.4.7.1 ECU 耦合到非电源线的瞬态抗电骚扰性能应符合 GB/T 21437.3 的要求。

4.5 电磁兼容性

4.5.1 电磁骚扰性

4.5.1.1 传导发射

传导发射应满足 GB/T 18655 中的要求，传导骚扰限值应达到等级 3 或等级 4 要求。

4.5.1.2 辐射发射

辐射发射应满足 GB 34660 中的要求，辐射骚扰限值应达到等级 3 或等级 4 要求。

4.5.1.3 传导瞬态发射

传导瞬态发射应满足 GB/T 21437.2 中的要求，传导瞬态骚扰限值应达到等级 3 或等级 4 要求。

4.5.2 电磁抗扰性

4.5.2.1 沿电源线的瞬态抗扰度

沿电源线的瞬态抗扰度应满足 GB/T 21437.2 中的要求，1 和 2b 试验功能状态应达到 5.5 中 C 级标准，2a、3a、3b 功能状态应达到 5.5 中 A 级标准。

4.5.2.2 沿非电源线的瞬态抗扰度

沿非电源线的瞬态抗扰度应满足 GB/T 21437.3 中的要求，功能状态应达到 5.5 中 A 级标准。

4.5.2.3 大电流注入

大电流注入应满足 GB/T 33014.4 中的要求，功能状态应达到 5.5 中 A 级标准。

4.5.2.4 辐射抗扰

辐射抗扰应满足 GB/T 33014.2 中的要求，功能状态应达到 5.5 中 A 级标准。

4.5.2.5 静电放电

静电放电应符合GB/T 19951的要求，试验后各项功能应正常，没有永久性损坏，带电试验功能状态应达到6.3.1中A级标准，不带电试验功能状态应达到5.5中C级标准。

4.6 功能精度

功能精度补充说明如表2功能精度补充说明表所示。

表2 功能精度补充说明表

功能分类	要求
模拟量	1. 压力类信号 压力类信号采集精度应为-25mV~+25mV。 2. 温度类信号 温度类信号采集精度应满足-25mV~+25mV。 3. 油门踏板和轨压信号 油门踏板和轨压信号采集精度应为-10mV~+10mV
数字量	开关类信号全工况范围内应满足逻辑低电平和逻辑高电平要求，可以正常识别
频率量	频率类输入信号满足可以识别0HZ-5KHZ, PWM输出支持3HZ-10KHZ
喷射类	满足喷油器合格指标要求，特殊情况下，比如启动，波形可以失真，但BOOST电流需要能抬起阀芯，保证喷射
高低边驱动和H桥类	能够正常输出，高低边驱动能力达到要求，且实测驱动电压或电流在理论范围内
T15与延迟断电	T15与延时断电功能在常温，低温，高温类试验要进行测试，验证是否可靠

5 试验方法

5.1 一般要求

使用目视法对ECU进行检查。

5.2 功能

在汽油机台架或硬件在环测试系统上，连接所有传感器和执行器模拟件，验证所有控制功能和诊断功能。

5.3 环境可靠性

在高低温箱、湿热箱等设备中，按GB/T 28046.4和GB/T 28046.5规定的方法进行：

- 交变湿热：按 GB/T 28046.4 规定的方法完成循环试验进行实验。
- 机械振动：按 GB/T 28046.4 规定的方法完成循环试验进行实验。
- 机械冲击：按 GB/T 28046.4 规定的方法完成循环试验进行实验。
- 防护等级（IP 代码）：按 GB/T 28046.4 规定的方法完成循环试验进行实验。
- 盐雾试验：按 GB/T 28046.4 规定的方法完成循环试验进行实验。
- 耐化学试剂试验应符合 GB/T 28046.5 中的规定。

5.4 电磁兼容

电磁兼容试验分为骚扰与抗扰两类，依据GB/T 18655、GB 34660、GB/T 21437.2、GB/T 21437.3、GB/T 21437.4、GB/T 19951进行测试。

5.5 电气特性

电气性能按照表3的试验方法进行测试。

表3 电气性能实验表

序号	试验项目	类别	参考标准	验收等级
1	短路保护	电性能	GB/T 28046. 2	C
2	抛负载	电性能	GB/T 28046. 2	C
3	叠加交流电压	电性能	GB/T 28046. 2	A
4	过电压	电性能	GB/T 28046. 2	C
5	直流供电电压范围	电性能	GB/T 28046. 2	A
6	反向电压	电性能	GB/T 28046. 2	A
7	供电电压缓降和缓升	电性能	GB/T 28046. 2	D
8	供电电压瞬时下降	电性能	GB/T 28046. 2	B
9	复位特性	电性能	GB/T 28046. 2	C
10	启动特性	电性能	GB/T 28046. 2	A
11	湿热循环	环境试验	GB/T 28046. 4	A
12	盐雾试验	环境试验	GB/T 28046. 4	C
13	防护等级	环境试验	GB/T 28046. 4	IP6K7K
14	机械振动	环境试验	GB/T 28046. 3	A
15	机械冲击	环境试验	GB/T 28046. 3	C
16	自由跌落	环境试验	GB/T 28046. 3	C
17	耐化学试剂	环境试验	GB/T 28046. 5	C
18	传导发射	EMC	GB/T 18655	A
19	辐射发射	EMC	GB 34660	A
20	传导瞬态发射	EMC	GB/T 21437. 2	A
21	沿电源线的瞬态抗扰度	EMC	GB/T 21437. 2	A/C
22	沿非电源线的瞬态抗扰度	EMC	GB/T 21437. 3	A
23	大电流注入	EMC	GB/T 33014. 4	A
24	辐射抗扰	EMC	GB/T 33014. 2	A
25	静电放电	EMC	GB/T 19951	A/C

6 检验规则

6.1 出厂检验

每个ECU必须进行的检验，通常包括外观检查、基本电气特性检查和基本功能检查，检验项目如表4所示。

6.2 型式试验：

当有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 首批产品试制定型或老产品转厂生产试制定型时；
- 材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时；
- 停产一年后再次恢复生产时；
- 正常生产，每满三年时；
- 国家质量监督机构提出检验要求时。

表4 出厂检验与型式检验项目

序号	检验项目	要求	检验方法	出厂检验	型式检验
1	外观与禁用物质	4.1	5.1	√	√
2	基本控制功能	4.2.1	5.2	√	√
3	辅助功能	4.2.2	5.2	—	√
4	通讯功能	4.2.3	5.2	—	√
5	在线刷写功能	4.2.4	5.2	—	√
6	安全功能	4.2.5	5.2	—	√
7	信息安全	4.2.6	5.2	—	√
8	软件与标定功能	4.2.7	5.2	—	√
9	电气特性	4.3	5.3	√	√
10	环境可靠性	4.4	5.4	—	√
11	电磁抗扰度	4.5.1	5.5	—	√
12	电磁骚扰度	4.5.2	5.5	—	√

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

ECU壳体上应有清晰、永久的标志，至少包括：产品型号、零件号、硬件版本、软件版本、生产日期、制造商信息。

7.2 包装

应采用防静电、防潮、防震的包装。包装箱内应附有产品合格证等。

7.3 运输

运输过程中应防止雨淋、剧烈撞击和倒置。

7.4 贮存

应存放在通风、干燥、无腐蚀性气体的环境中，长期贮存温度为-40℃～85℃，短期贮存温度为-40℃～125℃。