

团 体 标 准

T/CSICE 033.6-2025

柴油发动机电控单元 第6部分：软件测试

Diesel engine electronic control system—Part 6: Software testing

2025-12-26 发布

2025-12-26 实施

中国内燃机学会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测试过程及要求 1

 4.1 测试策划 1

 4.1.1 测试目标 1

 4.1.2 风险评估 2

 4.1.3 测试类型选择 2

 4.1.4 回归策略 2

 4.1.5 测试计划 2

 4.1.6 测试设计 2

 4.2 测试环境 3

 4.2.1 测试环境类型 3

 4.2.2 测试环境准备 3

 4.2.3 测试环境选择 3

 4.3 测试内容 3

 4.3.1 功能测试条目 3

 4.3.2 非功能测试条目 4

 4.3.3 入口准则 5

 4.3.4 测试执行 5

 4.4 测试结束 5

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。

T/CSICE 033-2025《柴油发动机电控单元》已经或计划发布以下部分。

- 第1部分：需求开发。
- 第2部分：应用软件开发。
- 第3部分：基础软件开发。
- 第4部分：硬件设计。
- 第5部分：软件集成。
- 第6部分：软件测试。
- 第7部分：硬件验证。

本文件为T/CSICE 033-2025的第6部分。

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学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：潍柴动力股份有限公司、潍柴雷沃（潍坊）农业装备有限公司、南岳电控（衡阳）工业技术股份有限公司、中国重型汽车集团有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、济南汽车检测中心有限公司、潍坊内燃机质量检验中心有限公司、潍柴新能源商用车有限公司。

本文件主要起草人：韩福强、刘兴义、常秀书、高正、刘建飞、易仲双、张文超、康见见、吴速超、滕帅、尹慧琼、杨春艳、徐永新、张秀丽、赵波、高翠。

本文件于2025年首次发布。

引 言

T/CSICE 033-2025《柴油发动机电控单元》是指导柴油发动机电控单元如何自上而下进行正向开发。它涉及柴油发动机电控单元开发的原则、流程、设计、集成和验证的行业标准，由7个部分组成。

- 第1部分：需求开发。
- 第2部分：应用软件开发。
- 第3部分：基础软件开发。
- 第4部分：硬件设计。
- 第5部分：软件集成。
- 第6部分：软件测试。
- 第7部分：硬件验证。

T/CSICE 033-2025的第1部分规定了柴油发动机电控单元需求开发的术语和定义、一般要求和需求开发过程要求。第2部分规定了柴油发动机电控单元中应用软件开发的术语和定义、组成部分、开发流程及技术指标。第3部分规定了柴油发动机电控单元中基础软件的术语和定义、技术指标及开发过程。第4部分规定了柴油发动机电控单元中硬件设计的术语和定义、硬件设计总体规范、硬件需求说明的原则和要求、架构设计的指导原则、元器件选型的总则、电路原理图设计和印刷电路板（PCB）设计需要遵循的基本指导方法和规则。第5部分规定了柴油发动机电控单元中软件集成的术语和定义、流程及技术指标。第6部分规定了柴油发动机电控单元软件测试规范。第7部分规定了柴油发动机电控单元硬件验证过程中试验流程、试验参数选择、电控单元试验工况定义等验证设计方法。

柴油发动机电控单元 第6部分：软件测试

1 范围

本文件规定了柴油发动机电控单元系统测试过程的要求。

本文件适用于柴油发动机电控单元软件测试评价，用于指导柴油发动机电控单元软件测试工作。

本文件不适用于应用软件、基础软件测试过程。

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 38634.1 系统及软件工程 软件测试 第1部分：概念和定义

3 术语和定义

GB/T 38634.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

软件在环 software in the loop, SIL

一种将嵌入式软件的源代码在PC机上编译执行，并在PC机上运行的仿真环境。

3.2

模型在环 model in the loop, MIL

一种将嵌入式软件的模型和被控对象模型连接起来，并在建模工具中运行的仿真环境。

3.3

硬件在环 hardware in the loop, HIL

一种将真实嵌入式的硬件和被控对象的硬件仿真平台连接起来，并在硬件上运行的仿真环境。

4 测试过程及要求

4.1 测试策划

4.1.1 测试目标

根据公司或测试部门的商业目标、质量管理体系、研发管理体系等制定测试目标。

柴油机电控单元软件测试目标需要考虑测试成本、测试效率、质量可见度、缺陷流出率、遵从的内外部表等因素。

当商业目标、质量管理体系、研发管理体系、业务环境、开发方式等因素中的一种发生变更时，测试目标需适应性修改。

4.1.2 风险评估

风险评估过程包括识别通用产品风险、识别特定产品风险，确定风险的发生度、严重度，定义风险级别和优先级排序等。

风险评估包括通用产品风险评估和特定产品风险评估两种：

a) 通用产品风险评估由测试团队根据以往柴油机电控单元测试过程和外部反馈的问题，梳理失效发生度高、严重度高的条目，形成柴油机电控单元通用风险列表；

b) 特定产品风险评估由测试团队识别柴油机电控单元通用风险列表以外，适用于本产品的特有风险条目。

4.1.3 测试类型选择

柴油发动机电控单元的测试类型包括功能测试和非功能测试：

a) 功能性测试针对电控单元需求中的功能条目进行，验证软件功能是否符合需求，包括对原定功能的校验以及是否有冗余或遗漏功能；

b) 非功能性测试针对电控单元运行的表现，如软件的可靠性、经济性、安全性、易标定性等。

4.1.4 回归策略

柴油发动机电控单元回归测试依据修改的代码、被影响的功能、关键功能定义和风险评估等选取回归策略，分为全功能回归策略和增量回归策略。

增量回归策略按照表1选择。

表 1 增量回归测试策略定义

分类	是否变更	是否被影响	是否属于关键功能	风险评估- 失效发生度高	风险评估- 严重度高	增量回归
需求1	是	—	—	—	—	是
需求2	—	是	—	—	—	是
需求3	—	—	是	—	—	是
需求4	—	—	—	高	—	是
需求..	—	—	—	—	高	是
需求N	否	否	否	否	否	否

4.1.5 测试计划

基于测试目标、风险评估结果与测试类型，制定软件测试计划，计划内容包括但不限于测试内容、测试环境要求及时间、测试执行时间、测试总结时间等。

4.1.6 测试设计

测试用例依据柴油机电控单元的需求条目设计，形成的测试用例应满足如下条件：

a) 测试用例的标识唯一；

b) 测试用例或测试用例集变更说明明确；

- c) 测试用例执行的前提条件;
- d) 测试用例执行的关键数据;
- e) 测试用例执行后的期望表现;
- f) 测试用例通过或失败的标准;
- g) 测试用例的评审过程。

4.1.7 测试用例设计原则

测试用例设计需考虑如下原则:

- a) 至少选择基于需求的测试用例设计方法;
- b) 需求测试覆盖率 100%;
- c) 测试成本;
- d) 测试周期;
- e) 遵循的标准法规。

4.2 测试环境

4.2.1 测试环境类型

测试环境是开展柴油机电控单元软件测试的基础,包括:

- a) 仿真环境,如 SIL、MIL、HIL 等;
- b) 真实环境,如常温、高温、高寒、高原等。

4.2.2 测试环境准备

测试环境的准备过程包括:

- a) 根据需求条目提取执行测试的环境需求;
- b) 测试环境准备,一般性包括控制器线束、测试工具工装、HIL、台架、整车等;
- c) 测试环境调试;
- d) 测试环境确认;
- e) 测试环境使用;
- f) 测试环境管理及控制。

4.2.3 测试环境选择

测试环境选择需考虑如下原则:

- a) 该功能与柴油机工作环境的相关性;
- b) 该功能与柴油机负载的相关性;
- c) 项目的测试成本;
- d) 项目的测试周期;
- e) 标准法规要求;
- f) 客户验收要求。

4.3 测试内容

4.3.1 功能测试条目

柴油机电控单元软件的功能测试内容包括但不限于如下条目,与测试环境的对应关系如表2所示。

表 2 功能测试条目及测试环境

序号	测试项	SIL/MIL/HIL	台架	整车	三高环境
1	刷写、标定功能	√	—	—	—
2	通讯功能	√	—	—	—
3	起动功能	√	√	√	√
4	最高车速限制功能	√	—	√	—
5	巡航功能	√	—	√	—
6	档位识别功能	√	√	√	√
7	排气制动功能	√	√	√	—
8	PTO 功能	√	—	√	—
9	车下起停功能	√	—	√	—
10	高低怠速功能	√	√	√	—
11	全程调速功能	√	√	√	—
12	轨压控制功能	√	√	—	—
13	烟度限制功能	√	√	—	—
14	增压器保护功能	√	√	—	—
15	系统降级功能	√	√	√	√
16	OBD 功能	√	—	—	√
17	后处理功能	√	√	—	√

4.3.2 非功能测试条目

柴油机电控单元软件的非功能测试内容包括但不限于如下条目：

- a) 电控单元环境适应性，对应测试环境为高温、高原、高寒的真实或模拟环境；
- b) 电控单元运行可靠性，对应测试环境为高温、高原、高寒的真实或模拟环境；
- c) 标定系统易用性，对应测试环境为台架；
- d) 故障检测及安全性，对应测试环境为 HIL 和台架。

表 3 非功能测试条目及测试环境

序号	测试项	SIL/MIL/HIL	台架	整车	三高环境
1	控制器刷写时间	√	—	—	—
2	柴油机起动时间	—	√	—	—
3	柴油机低怠速稳态偏差	—	√	√	√
4	柴油机高怠速稳态偏差	—	√	√	√

4.3.3 入口准则

执行测试过程需要满足的条件：

- a) 所需的材料输入齐全，包括但不限于 ECU 针脚定义、传感器执行器电气参数、ECU 标定数据；
- b) 测试环境准备完成；
- c) 测试用例编制完成。

4.3.4 测试执行

测试执行过程分为手动或自动测试，基于被测系统的成熟度、可用资源等确定。

测试执行过程包括根据测试用例执行测试、记录测试过程及关键数据、提交缺陷、评审测试记录和缺陷。

4.4 测试结束

测试执行过程完成后，整理测试记录和缺陷，编写测试报告，并组织相关方进行评审，评审通过后完成整个测试过程，出口准则需满足的条件：

- a) 测试用例执行率 100%；
- b) 已发现的缺陷 100%提交至缺陷管理系统；
- c) 完成测试报告编制及评审。



