

# 排放中性诊断技术研究

张志辉<sup>1,2</sup>, 马毅<sup>1,2</sup>, 胡君<sup>1,2</sup>, 徐划龙<sup>1,2</sup>, 秦金龙<sup>1,2</sup>, 刘明<sup>1,2</sup>, 陈磊<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>中国汽车工程研究院股份有限公司, 重庆

<sup>2</sup>移动源绿色低碳测评与控制重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2025年10月20日; 录用日期: 2025年11月19日; 发布日期: 2025年11月26日

## 摘要

本文围绕排放中性诊断(Emission Neutral Diagnostics, END)技术及其触发的排放中性默认操作(Emission Neutral Diagnostics Action, ENDA)在汽车行业的应用展开研究, 以应对更严格的环保法规。研究深入对比美标、欧盟相关法规与中国轻型车国六排放标准中END及相近概念的差异, 如定义、豁免要求、申报管理等, 指出当前国标END法规存在的问题。同时, 提出下一阶段END法规的改进建议, 包括完善END判定条件、纳入车载诊断系统(OBD)演示试验以及建立申报管理规范等。在此基础上, 提出了END概念在新能源汽车三电系统(电池、电机、电控)诊断中的延伸应用的建议。这些研究内容有助于提升汽车环保性能, 推动汽车行业可持续发展, 增强研究的全面性与前瞻性。

## 关键词

排放中性诊断, 排放中性默认操作, 法规差异, 改进建议

# Research on Emission Neutral Diagnostics Technology

Zhihui Zhang<sup>1,2</sup>, Yi Ma<sup>1,2</sup>, Jun Hu<sup>1,2</sup>, Hualong Xu<sup>1,2</sup>, Jinlong Qin<sup>1,2</sup>, Ming Liu<sup>1,2</sup>, Lei Chen<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>China Automotive Engineering Research Institute Co., Ltd., Chongqing

<sup>2</sup>Chongqing Key Laboratory of Green and Low-Carbon Assessment and Control for Mobile Source, Chongqing

Received: October 20, 2025; accepted: November 19, 2025; published: November 26, 2025

## Abstract

This paper focuses on the application of Emission Neutral Diagnostics (END) and the Emission Neutral Diagnostics Action (ENDA) triggered by it in the automotive industry, aiming to address increasingly stringent environmental regulations. The study conducts an in-depth comparison of differences in END and similar concepts (including definitions, exemption requirements, and declaration

文章引用: 张志辉, 马毅, 胡君, 徐划龙, 秦金龙, 刘明, 陈磊. 排放中性诊断技术研究[J]. 环境保护前沿, 2025, 15(11): 1590-1600. DOI: 10.12677/aep.2025.1511173

management) among American standards, relevant EU regulations, and China's National VI emission standards for light-duty vehicles, and identifies existing issues in the current national standard END regulations. Meanwhile, it puts forward suggestions for improving END regulations in the next stage, such as refining END determination criteria, integrating END into On-Board Diagnostics (OBD) demonstration tests, and establishing standardized declaration management practices. On this basis, the paper proposes recommendations for the extended application of the END concept in the diagnosis of the three-electric system (battery, motor, electronic control) of new energy vehicles. These research contents are conducive to enhancing the environmental performance of automobiles, promoting the sustainable development of the automotive industry, and improving the comprehensiveness and forward-looking nature of the research.

## Keywords

Emission Neutral Diagnostics, Emission Neutral Diagnostics Action, Regulatory Differences, Improvement Suggestions

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

排放中性诊断(Emission Neutral Diagnostics, END)技术最早由美国加州法规 CCR 1968.2 首次提出,为全球汽车行业应对严苛排放法规提供了重要技术路径[1]。随着全球环保意识的提升,美国、欧盟、中国等主要汽车市场相继出台更严格的排放法规,推动汽车制造商在排放控制与诊断技术领域持续创新[2]。中国作为全球最大的汽车市场,在轻型车国六排放标准中首次引入 END 概念,成为汽车行业减排降耗、实现可持续发展的关键技术支持[3]。

OBD 系统作为汽车排放控制的核心组成部分,其技术与法规要求高度绑定。国外方面,Smith 等(2018)通过实车试验验证了美标 OBD 系统对排放相关故障的监测有效性,指出 END 技术的应用可降低 30% 以上的故障排放增量[4];欧盟学者 Jones 等(2020)针对欧六 OBD 系统的鲁棒性展开研究,提出故障响应策略的优化方向,为排放中性控制提供了理论基础[5]。国内方面,王磊等(2019)基于国六排放标准,构建了 OBD 系统故障诊断逻辑模型,但其研究未涉及 END 技术的具体应用细节[6];李阳等(2021)分析了国六 OBD 系统的测试难点,指出 END 判定条件模糊是企业合规面临的主要问题[7]。

END 技术的核心在于,当车辆的关键部件或系统发生故障时,能够激活预设的排放中性默认操作(Emission Neutral Diagnostics Action, ENDA)。这一操作旨在减少或中和故障所引发的额外排放,并降低对车载诊断系统(OBD)性能的不利影响,从而有效减轻对环境的负担。

引入 END 技术,不仅有助于汽车制造商提升产品的环保性能,还能为企业带来诸多实际效益。首先,通过申报 END,企业可在满足法规要求的同时,减少部分车辆 OBD (PVE)测试的验证工作量,进而降低研发与生产成本,提升生产效率。其次,该技术能够豁免点亮发动机故障灯(MIL)及存储故障码,从而减少因故障灯点亮而引发的售后问题,提升客户满意度与品牌形象。此外,随着汽车技术的不断进步,OBD 系统日益复杂,而 END 技术的应用将有助于简化 OBD 系统,降低企业的研发成本与监管难度。

现有研究多聚焦于单一市场的 OBD 系统或排放控制策略,缺乏美、欧、中三国相关法规的系统对比;对 END 技术的研究局限于传统燃油车,未延伸至新能源汽车三电系统;同时,现有研究仅提出法规改进方向,未深入分析多利益相关方的实施路径与挑战。本文的独特贡献在于:一是系统对比美标、欧

盟相关法规与国标中 END 及相近概念的差异, 补充欧盟法规研究空白; 二是将 END 概念延伸至新能源汽车三电系统诊断, 提升研究前瞻性; 三是从监管机构、整车企业、测试机构视角分析实施路径与挑战, 增强建议的可操作性; 四是通过扩充文献综述与参考文献, 提升研究的学术严谨性。

## 2. END 相关概念及定义

### 2.1. END 定义

END 是指综合部件要求的监测, 其监测策略满足以下标准[3]:

- (1) 当检测到能够导致排放增加或降低 OBD 系统性能的故障时, 能够激活 ENDA 的诊断;
- (2) 诊断位于关键诊断或排放电子动力控制单元(DEC-ECU)或满足 ISO26262-5 (2011-11-15) C 级和 D 级标准的控制单元内[8]。

由上述 END 的定义可知, END 的核心在于开发和标定中性默认操作。当车辆某个关键部件或系统出现故障时, 排放中性诊断可以激活 ENDA, 从而减少或中和故障引起的排放以及 OBD 性能的负面影响。这一特点使得排放中性诊断技术在减少排放污染、保护环境方面具有重要意义。

此外, END 属于综合部件监测的一部分。综合部件是指美标或国标定义的 OBD 系统主要监控外的电子传动系部件或系统进行的故障监测, 这些部件或系统要么向车载计算机或智能设备(直接或间接)提供输入, 要么从车载计算机或智能设备接收指令, 并且满足: 影响排放或属于其他监测诊断策略的一部分。

需要注意的是, END 可位于 DEC-ECU, 如发动机控制单元, 变速器控制单元等, 也可位于满足上述 ISO26262-5 安全等级要求的非 DEC-ECU。

### 2.2. ENDA 定义

ENDA 是指符合下列条件的补偿控制操作或默认运行模式[1]:

- (1) 在任何可预见的真实驾驶条件下, 不会导致可测量的排放增加;
- (2) 不会导致 OBD 系统的监测频率低于要求或导致监测不准确。

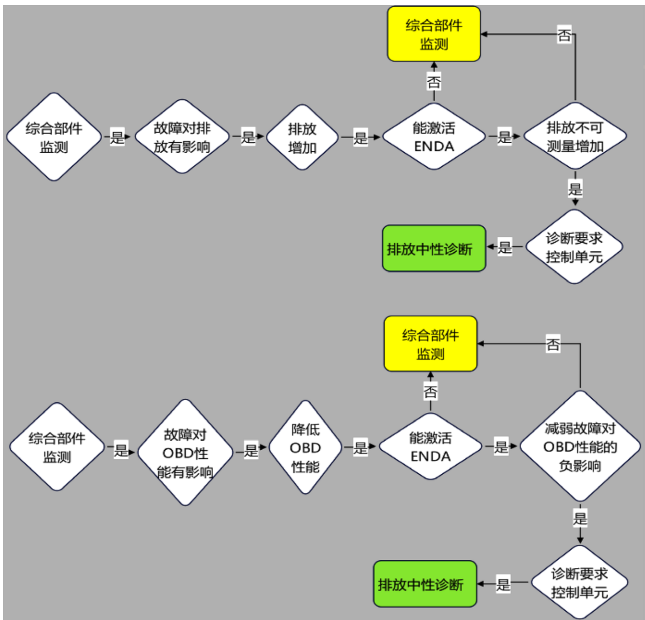


Figure 1. END determination process  
图 1. END 判定流程

2.3. 小结

图1清晰呈现了排放中性诊断技术(END)的判定流程,并详尽阐述了END、排放中性默认操作(ENDA)以及综合部件监测这三者之间的内在联系。从图中可以明确看出,在尚未进行判定或归类之前,END是综合部件监测体系的一个组成部分。而END的判定过程,本质上就是将其从综合部件监测中区分出来的过程。

END的判定存在两种情形:一种是对车辆排放产生影响,另一种是对车载诊断系统(OBD)性能造成干扰(即降低OBD系统性能)。当车辆的关键部件出现故障后,若满足相关条件,便能激活ENDA。激活ENDA的作用在于,有效减少或中和因故障引发的排放增加,同时降低对OBD系统性能的不良影响,进而减轻对环境的污染。

以进气温度传感器为例,其信号在车辆运行中起着关键作用,被用于空燃比修正、增压器控制以及点火角调整等多个方面。一旦进气温度传感器发生故障,会导致燃烧控制不精准,进而对车辆排放产生不利影响。当系统检测到该故障后,若能够激活ENDA,例如采用其他部件的温度数据或模型计算值来替代故障的进气温度传感器信号值,就可以在很大程度上降低故障对排放的负面影响。

3. 现有END法规研究

在中国轻型车排放国六阶段,排放相关法规中引入了END概念。鉴于国标与美标中关于END的定义和核心要义基本趋同,且欧盟虽无直接的END概念,但存在相近的故障诊断与排放控制原则,本文首先介绍美标END法规,补充欧盟相关法规要求,再开展国标与美、欧法规的比对研究。

3.1. 美标

3.1.1. 美标END法规条款

美国加州法规1968.2对排放中性诊断进行了详细规定,具体见表1。

Table 1. American standard END clauses

表 1. 美标 END 条款

| 法规条款         | 内容                                                                                                                                                                   | 备注              |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| (c)          | 排放中性默认操作是指符合下列条件的补偿控制操作或默认运行模式: (1) 在任何可预见的真实驾驶条件下, 不会导致可测量的排放增加; (2) 不会导致 OBD 系统的监测频率低于要求或导致监测不准确。                                                                  | 排放中性默认操作定义      |
| (c)          | 排放中性诊断是指(e) (15)和(f) (15)要求的监测, 其监测策略满足以下标准: (1) 当检测到能够导致排放增加或降低 OBD 系统性能的故障时, 能够激活排放中性默认操作的诊断; (2) 诊断位于关键诊断或排放电子动力控制单元或满足 ISO26262-2 (2011-11-15) C 级和 D 级标准的控制单元内。 | 排放中性诊断定义        |
| (d) (2.6.3)  | 如果是排放中性诊断检测的故障, 可以豁免(d)(2.2) MIL 和存储故障代码中的要求。                                                                                                                        | MIL 和故障码要求的例外情况 |
| (e) (15.4.4) | 对于仅通过排放中性诊断进行监控的部件/系统的故障, 不要求点亮 MIL 和存储故障码。排放中性默认操作应获得主管部门批准。批准应基于企业提交的测试数据或者工程评估满足排放中性默认操作的定义。                                                                      | MIL 和故障码要求的例外情况 |
| (g) (7.4)    | 排放中性诊断可豁免标准化中故障码存储、冻结帧信息和测试结果的要求。                                                                                                                                    | 标准化要求的例外情况      |

续表

|                  |                                                                                                                                                                                                                                   |        |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| (j) (2.3.1) (A)  | 对于排放中性诊断, 制造商应验证诊断能够检测到故障并激活对应的排放中性默认操作。制造商仅要求对向(j) (2.3.1)(B) (i)节所述监测提供输入或接收其指令的组件或系统的排放中性诊断进行测试, 无需对其他所有排放中性诊断进行测试。                                                                                                            | 监控要求验证 |
| (e) (15.2.1) (B) | 除仅通过排放中和诊断进行监测的输入组件外, 合理性故障应被单独检测, 并且存储与相应的电路故障和超出范围诊断不同的故障码。                                                                                                                                                                     | 豁免监测   |
| (i) (2.2.1) (J)  | (i)(2.2.1) (J)对于排放中性诊断, 应在“监控策略描述”列中增加检测到故障时触发的相应排放中性默认操作。                                                                                                                                                                        | 认证文件要求 |
| (i) (2.20)       | 对排放中性诊断: (2.20.1) 被诊断组件或系统的描述, 包括其功能、使用条件以及哪些诊断(如有)会受到该组件/系统或其诊断的影响。(2.20.2) 如果未激活零排放默认动作, 组件/系统故障将如何影响排放或 OBD 系统的描述。(2.20.3) 在检测到故障时激活的排放中性默认动作的描述, 包括数据和信息, 以满足排放默认操作的定义。(2.20.4) 满足 ISO26262-2 (2011-11-15) C 级和 D 级标准控制单元的名称。 | 认证文件要求 |

3.1.2. 美标 END 申报管理方式

美标 END 申报流程主要包括以下几个阶段:

(1) END 申报准备阶段

首先, 制造商自我评估符合性, 深入了解 CARB 关于 END 排放中性诊断的所有相关法规、标准及指南。再进行排放影响评估, 执行严格的排放测试, 分析测试结果, 明确产品相对于行业标准的排放表现。并准备 END 相关材料, 包括 END 部件/系统的详细描述、ENDA 的详细描述、诊断逻辑图、排放评估报告等。

(2) 讨论与申请阶段

与 CARB 沟通, 提交书面报告, 并需与 CARB 进行正式会议, 详细介绍产品的特点、技术优势以及如何通过特定设计或技术实现排放中性。根据反馈调整申请, 确保申请内容的准确性和完整性。提交 END 申请, 包括所有修订后的材料和补充信息。

(3) 文件提交与审查阶段

提交完整文件, 包括 END 申报所需的所有文件以及车载诊断系统(OBD)认证文件。

(4) CARB 审批与后续管理

CARB 审查与批准, 对提交的申报材料进行全面的技术评估和排放测试数据验证。后续监管与合规, 制造商需继续遵守 CARB 的相关法规, 包括定期报告产品的实际排放情况, 以及响应 CARB 的任何后续审查或审计要求。图 2 总结了美标 END 申报流程。

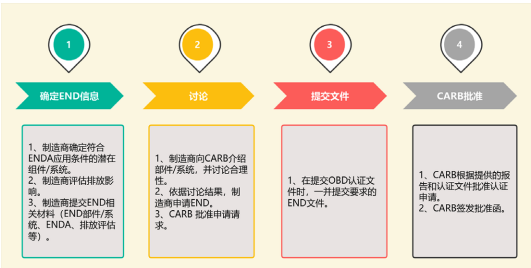


Figure 2. American standard END declaration process  
图 2. 美标 END 申报流程

3.1.3. 美标 END 文件提交要求

表 2 展示了美标 END 申报提交的文件要求[3]。

Table 2. American standard END requirement documents  
表 2. 美标 END 要求文件

| 项目                           | 内容                                                                |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| ENDA 描述                      | 在 Summary table 监控策略描述中，增加 ENDA 详细描述列。                            |
| END 应用部件/系统描述                | (1) 部件/系统功能。<br>(2) 部件/系统使用条件。<br>(3) 诊断(受该组件/系统或其诊断的影响)。         |
| 激活的 ENDA 描述                  | (1) 故障描述。<br>(2) ENDA 描述。<br>(3) 数据和信息(佐证满足 ENDA 判定原则的测试或者工程评估等)。 |
| 未激活 ENDA 对排放或 OBD 的影响        | 测试或者工程评估等文件。                                                      |
| 满足 ISO26262-2 安全等级控制单元名称及供应商 | 控制单元名称及其生产厂商                                                      |
| 技术描述文件                       | (1) OBD 系统功能描述。<br>(2) 与排放相关的组件或系统诊断逻辑流程图。                        |

3.2. 欧标

欧盟虽未明确提出“排放中性诊断(END)”概念，但在欧六排放标准(ECE R83.06)及 OBD 相关法规中，包含与 END 核心逻辑相近的故障诊断与排放控制原则，主要体现在以下方面：

- (1) ECE R83.06 规定，车辆关键排放相关部件发生故障时，控制系统需启动“故障安全策略(Fail-Safe Strategy)”，确保故障状态下的污染物排放不超过法规限值的 1.5 倍，这与 ENDA “无可见排放增加”的核心要求一致[9]。该策略适用于发动机控制单元、传感器等关键部件，与 END 的应用场景高度重合。
- (2) 欧盟 OBD 法规(EC 715/2007)强调诊断系统的鲁棒性，要求对非核心排放部件的故障诊断可豁免 MIL 点亮及故障码存储，但需提供工程评估报告证明故障不会显著影响排放，这与美标 END 的豁免条款逻辑相通[5]。与美标不同的是，欧盟要求豁免条款需通过实车道路试验验证，而非仅依赖实验室数据。
- (3) 欧盟采用“型式批准 + 市场抽查”的监管模式，企业需在车型认证阶段提交故障安全策略的详细技术文件，包括故障场景定义、补偿控制逻辑、排放测试数据等[10]。监管机构通过市场抽查验证策略的实际执行效果，相比美标更注重全生命周期的合规性。

3.3. END 定义比对

中国作为全球最大的汽车市场之一，借鉴国外先进经验，在轻型车国六排放标准中，参考美标，引入了 END 概念，两者对 END 定义基本相同，但细节上有所差异。欧盟相关标准(欧标)中并无明确的“END”专属概念，仅通过“故障安全策略”“诊断系统鲁棒性要求”等相近原则实现类似的排放控制目标，且未针对该类技术制定具体的操作规范与判定标准。基于此，本研究在 END 法规的对比分析中，将主要聚焦美标与国标，重点剖析两者的技术要求差异及合规实践要点。

表 3 展示了美标与国标在 END 定义上的主要差异。两者对于 END、ENDA 的定义以及 END 豁免监测要求完全相同。但针对 MIL 和故障码要求的例外情况要求，国标无任何辅助证明文件提交要求。在无文件证明材料基础上，会对监管单位判定 END 难度增加，一定程度上会造成监管难度增加。另外，监控

要求验证要求, 美标豁免 END 的标准化要求, 即 END 可不遵循法规要求的统一 OBD 通讯协议, 输出相关数据信息, 包括故障码存储、测试结果等。国标无要求。对于监控要求验证, 美标限制了 END 测试范围, 国标无要求, 即国标要求全项的 END 均需验证故障可检测出, 且能激活 ENDA, 相比国标更加严格。最后, 对于认证文件要求, 美标有对说明文档、排放影响、操作动作、部件名称等文件的内容描述要求, 国标无要求。

**Table 3.** Comparison of END definitions between the national standard and the American standard  
**表 3.** 国标与美标 END 定义比对

| 项目              | 比对                                        |
|-----------------|-------------------------------------------|
| 排放中性默认操作(ENDA)  | ENDA 定义相同。                                |
| 排放中性诊断(END)     | END 定义相同。                                 |
| MIL 和故障码要求的例外情况 | 美标明确要求提交数据或工程评估, 以证明诊断属于 END, 国标无要求。      |
| 标准化要求的例外情况      | 美标 END 可豁免标准化中故障码、冻结帧和测试结果的存储, 国标暂无要求。    |
| 监控要求验证          | 美标限制了 END 测试范围, 国标无要求。                    |
| END 豁免监测        | 定义相同。                                     |
| 认证文件            | 美标有对说明文档、排放影响、操作动作、部件名称等文件的内容描述要求, 国标无要求。 |

4. 国标 END 法规存在的问题及建议

排放中性诊断技术的引入, 不仅有助于汽车制造商提升产品的环保性能, 还可以为企业带来其他方面的实际效益。

首先, 通过申报排放中性诊断, 企业可以在满足法规要求的前提下, 减少部分车辆 OBD (PVE)测试的验证数量, 从而降低研发和生产成本, 提高生产效率。

其次, 由于排放中性诊断技术可以豁免点亮发动机故障灯(MIL)以及存储故障码, 这在一定程度上减少了因故障灯点亮而引发的售后抱怨, 提升了客户满意度和品牌形象。

同时, 随着汽车技术的快速发展, 车载诊断系统(OBD)变得越来越复杂。OBD 系统的复杂性不仅增加了汽车制造商的研发和生产成本, 也给消费者带来了更多的困扰和售后抱怨。排放中性诊断技术的出现, 将有助于降低 OBD 系统的复杂性, 降低企业研发成本以及监管难度。

4.1. 国标 END 法规存在的问题

尽管 END 在环保领域具备上述显著优势, 然而当前相关法律法规对其定义尚不完善, 具体存在以下问题:

(1) ENDA 排放判定条件不明确。

在国标排放中性诊断的定义中, ENDA 的判定条件为“污染物排放不可测量的增加”, 判定条件并未得到清晰、具体地阐述, 给车辆制造商和检测机构在执行和判断上带来困扰。明确、具体的判定条件对于确保诊断系统的准确性和一致性至关重要, 这一问题的存在影响了排放中性诊断的有效实施。

(2) 演示试验不包括排放中性诊断。

国标中的 OBD 演示试验是验证车辆排放性能的重要环节, 但目前这些试验并未涵盖排放中性诊断的内容。这意味着, 即使车辆在排放中性诊断方面存在问题, 也可能在演示试验中无法被及时发现和

纠正。

### (3) 无 END 文件提交要求。

END 文件是描述车辆排放诊断系统的重要文档，它包含了中性诊断的详细信息、故障码的定义以及诊断流程等。然而，国标中并未明确要求提交 END 文件，这可能导致在车辆审批或检测过程中，无法全面了解车辆的 OBD 系统，从而增加审批的难度和不确定性。

### (4) 无 END 申报管理要求。

虽然相关申报流程细节的处理稍显繁杂，但美标针对 END 建立了详细且完备的申报流程体系，从申报所需材料的准备、申报步骤等，均有明确且细致的规定，为申报工作提供了清晰的路径。相比之下，国标在 END 申报管理方面存在明显短板，目前尚未出台任何具有可操作性的详细申报管理要求。这使得企业在申报过程中缺乏明确的依据和指引，只能盲目摸索，不仅增加了申报成本和时间，还容易因材料准备不充分或流程不熟悉而导致申报失败。同时，由于申报管理要求的缺失，监管部门在审核 END 相关申报时也面临诸多困难。缺乏统一的标准和规范，监管人员难以对申报内容的真实性、完整性和合规性进行有效判断，容易出现审核标准不一、审核效率低下等问题，进而影响整个 END 监管工作的有效性和权威性。

### (5) 非 DEC-ECU 中 END 无法监控。

从前文对 END 定义的阐述可知，END 的部署位置具有灵活性，既可设置在 DEC-ECU 中，如发动机控制单元、变速器控制单元等；也可设置在满足 ISO 26262-5 安全等级要求的非 DEC-ECU 内。

然而，当 END 位于非 DEC-ECU 时，问题便随之而来。由于非 DEC-ECU 并不遵循统一的 OBD 通讯协议，其内部的数据流动情况对于外部系统而言，就如同一个难以窥探的“黑盒子”。监管系统无法直接获取其内部数据流信息，自然也就难以对其进行有效地监控。在此情况下，即便强行将非 DEC-ECU 纳入现有的管理要求体系，由于缺乏有效的监管手段和途径，相关监管要求在实际执行过程中将面临巨大阻碍，根本无法真正落地实施，管理要求也就失去了其应有的实际意义。

### (6) 未明确标准化豁免要求。

美标对 END 设定了标准化豁免条款，允许 END 不遵循法规所规定的统一 OBD 通讯协议来输出相关数据信息，例如故障码存储、测试结果等。然而，这种豁免机制在实际运行中潜藏隐患，由于缺乏统一约束，易造成监管空白与混乱，数据输出的不规范可能导致监管部门难以全面、准确地获取关键信息，进而影响对 END 的有效监管。而国标目前尚未就标准化豁免作出具体要求。但值得注意的是，我们不应简单照搬美标的标准化豁免模式。我国在汽车产业、环保要求以及监管体系等方面与美国存在差异，因此需要因地制宜，结合国内实际情况制定符合中国国情的标准化要求。不能一味追求全面豁免，而应通过科学合理标准设定，在保障 END 技术创新与应用的同时，确保监管工作的有效性和权威性，实现产业发展与规范监管的平衡。

## 4.2. 国标 END 法规的建议

### (1) 关于 ENDA 排放判定条件不明确的问题。

针对 OBD 性能产生影响的 END 判定方面，目前尚难以实现量化，主要依赖工程评估手段。然而，对于会影响排放的 END，应当以排放测试结果为依据，将“污染物排放不可测量的增加”这一表述，转化为明确、具体且具备可操作性的量化排放判定阈值标准，才可以极大增强判定过程的科学性与精准度。不过，要确定这一具体的排放阈值，还需开展更为深入、全面的测试工作。

增加排放判定阈值后，END 判定指导流程图变更为图 3 所示：

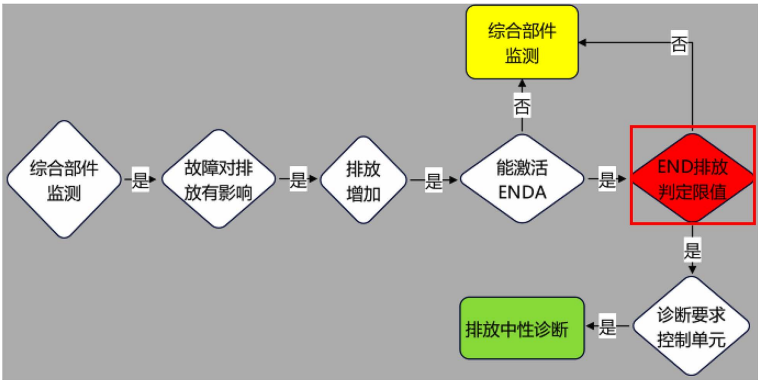


Figure 3. END determination process  
图 3. END 判定流程

(2) 关于演示试验不包括排放中性诊断的问题。

建议将一项特定的 END 测试纳入现有的 OBD 演示试验体系。在试验流程设计上，可充分参考现有 OBD 试验流程，把排放中性诊断明确纳入试验范围。需注意的是，目前 END 测试不像 OBD 试验那样有现成的试验项目库可供抽取，其演示项目的确定以及实际操作的可行性评估，均需企业的积极协助与参与执行。

(3) 关于无 END 文件提交要求的问题。

建议在国标中明确规定车辆制造商在车辆审批或检测时必须提交 END 文件，对文件内容(如车辆排放诊断系统架构图、中性诊断详细算法、故障码定义及维修建议、诊断流程逻辑图等)、格式与提交时间作出详细规定，监管部门建立专门审核机制严格审核文件，确保其完整性、准确性与合规性，对不符合要求的文件要求制造商及时补充或修改，并建立 END 文件数据库统一管理和存档，定期更新维护以保证与车辆实际状况一致。

(4) 无 END 申报管理要求。

研究美标 END 申报流程体系，借鉴合理部分并结合我国实际情况本土化改造，制定申报管理规范，明确各阶段管理要求，具体管理要求建议，如图 4 所示。通过这些明确要求，助力企业更高效地完成申报工作，同时提升监管部门在审核环节的效率与准确性。



Figure 4. END declaration management process suggestions  
图 4. END 申报管理流程建议

#### (5) 关于非 DEC-ECU 中 END 无法监控的问题。

针对非 DEC-ECU 中 END 无法监控的问题,可探索采用将非 DEC-ECU 的数据借助企业内部自定义协议(如基于 CAN 通讯的企业 UDS 协议等)转发至 DEC-ECU,再由 DEC-ECU 对外传输相关信息的方案,以此实现对非 DEC-ECU 中 END 数据的间接监控。然而,若经技术评估,上述功能在现有技术条件下无法达成,则建议考虑取消在非 DEC-ECU 中 END 定义要求。

#### (6) 关于未明确标准化豁免要求的问题。

鉴于国标未明确标准化豁免要求且美标豁免模式存在隐患,应立足环保要求及监管体系,制定科学合理且具有可操作性的标准化豁免标准。建议如下:豁免测试结果以及冻结帧的存储和数据输出。故障码信息应进行存储,并可进行输出,但可豁免点亮 MIL 灯,以减少售后压力。

## 5. 对新能源汽车的启示

中国轻型车国六排放标准已明确将插电混合动力汽车(PHEV)纳入适用范围,因此排放中性诊断(END)的概念及相关技术要求,可直接应用于 PHEV 的故障诊断与排放控制场景。但该标准暂未将纯电动汽车(BEV)纳入 END 管控范畴,由于 BEV 无内燃机污染物排放,传统 END “抑制故障后污染物增量”的核心目标与 BEV 技术特性不匹配,故 END 概念目前不适用于 BEV。

不过,BEV 的三电系统(电池、电机、电控)作为核心动力单元,其故障可能导致能耗异常升高(间接关联发电侧排放)、动力性能波动,仍需建立类似“故障后中性补偿”的管控逻辑。基于此,可依托 PHEV 的 END 定义框架、申报管理流程及技术验证思路,结合 BEV 三电系统的故障特性,针对性提出以下专项管控建议,以填补 BEV 故障后性能与能耗中性控制的标准空白:

(1) 制定三电系统 END 专项标准:需先界定适配 BEV 的三电系统 END 专属定义(如核心指向“故障后激活补偿策略,确保能耗增量可控、动力性能稳定且满足热安全要求”);明确适用故障类型(如电池 SOC 估算偏差、单体电压不均衡、电机逆变器功率管故障、电控系统通讯中断等);量化 ENDA 性能指标,如设定“能耗增量  $\leq 10\%$  (相较于正常状态)、动力性能(峰值扭矩、最高车速)衰减  $\leq 15\%$ ”等核心阈值。

(2) 建立三电系统 END 申报与测试体系:申报环节可参考传统燃油车及 PHEV 的 END 管理模式,要求企业提交三电系统 END 技术文件(含诊断逻辑流程图、END 补偿算法说明、能耗、动力验证报告等)。

(3) 强化全生命周期监管:依托新能源汽车国家监测与管理平台,打通企业端三电系统数据与监管端平台的传输链路,实时采集三电系统 END 的激活频次、触发故障类型、END 执行参数(如实际能耗增量、动力衰减率、热管理控制状态);建立“异常数据自动预警-企业溯源排查-监管机构复验证”的闭环机制,定期出具三电系统 END 运行评估报告,确保 ENDA 策略在车辆全生命周期内有效落地。

## 6. 结论

本研究系统剖析了排放中性诊断(END)技术的核心内涵,对比了美标、欧盟相关法规与中国国六 END 法规的差异,指出了国标在判定条件、试验覆盖、文件管理、申报流程等方面的问题,提出了针对性改进建议。同时,将 END 概念延伸至新能源汽车三电系统诊断,提出了具体建议。

研究表明,END 技术是汽车行业应对严苛环保法规的关键手段,完善国标 END 法规有助于提升排放控制有效性、降低企业合规成本。将 END 技术延伸至新能源汽车三电系统,可填补行业技术空白,推动新能源汽车环保性能与可靠性提升。多利益相关方协同推进改进建议的实施,需平衡技术创新、监管效能与成本控制,通过标准完善、能力建设与协同机制构建,实现汽车行业的可持续发展。

未来,可进一步开展 END 技术的实车验证研究,优化新能源汽车三电系统的 ENDA 策略,持续完善法规体系,助力全球碳中和目标实现。

## 参考文献

- [1] California Code of Regulations (2022) Title 13, Division 3, Chapter 1, Article 1, Section 1968.2. Office of Administrative Law, State of California.
- [2] 中国汽车工业协会. 中国汽车产业排放控制发展报告(2023) [R]. 北京: 中国汽车工业协会, 2023.
- [3] 环境保护部, 国家质量监督检验检疫总局. 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第六阶段): GB 18352.6-2016 [S]. 北京: 中国环境出版社, 2016.
- [4] Smith, J., Johnson, M. and Brown, K. (2018) Effectiveness of Emission Neutral Diagnostics in Reducing Vehicle Emissions. *Journal of Environmental Engineering*, **144**, Article 04018065.
- [5] Jones, R., Williams, A. and Davis, L. (2020) Robustness of OBD Systems and Fault Response Strategies in Euro 6 Vehicles. *Applied Energy*, **269**, Article 115123.
- [6] 王磊, 李建秋, 欧阳明高. 国六排放标准下 OBD 系统故障诊断逻辑优化[J]. 汽车工程, 2019, 41(5): 521-527.
- [7] 李阳, 张立军, 陈虹. 国六 OBD 系统测试难点及解决方案[J]. 汽车技术, 2021(3): 45-50.
- [8] International Organization for Standardization (2011) Road Vehicles—Functional Safety—Part 5: Product Development at the Hardware Level. ISO 26262-5:2011. ISO.
- [9] European Commission (2022) Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on Type Approval of Motor Vehicles. European Commission.
- [10] Brown, T., Miller, S. and Wilson, E. (2019) Comparison of Fault Diagnosis Exemption Clauses in US and EU Emission Standards. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **72**, 432-443.