

团 体 标 准

T/CCTAS XX—XXXX

在用铁路内燃机车排放适应性改进后处理 装置技术要求

Technical requirements for the improvement of aftertreatment devices for
the emission adaptability of railway diesel locomotives in use

征求意见稿

2024年9月

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

中国交通运输协会 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 总体要求	2
5 装置构成及功能要求	2
6 性能要求	3
7 安装要求	4
8 检验和测试	4
附 录 A （规范性附录） 烟度检验方法	6
附 录 B （规范性附录） 气体污染物检验方法	7
参 考 文 献	9
索 引	10

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。

本文件由中国交通运输协会轨道交通安全技术专业委员会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：无锡市隆盛轨道科技有限公司、中车戚墅堰机车有限公司、中车资阳机车有限公司、中交协永泰（北京）轨道安全技术有限公司

本文件主要起草人：陈迪、王劲舒、荣弋然、郑永强、叶文彪、宋建林、胡利航、唐新宇

在用铁路内燃机车排放适应性改进后处理装置技术要求

1 范围

本文件规定了在用铁路内燃机车排放适应性改进后处理装置技术要求，具体包含了总体要求、装置构成及功能要求、性能要求、安装要求，以及检验和测试。

本文件适用于在用铁路内燃机车的污染物排放适应性改进后处理装置的设计、制造和检验。

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 146.1 标准轨距铁路限界 第1部分：机车车辆限界
- GB 3847-2018 柴油车污染物排放限值及测量方法（自由加速法及加载减速法）
- GB 19147 车用柴油
- GB/T 3314 内燃机车通用技术条件
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 24338.4 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 33192 内燃机车用柴油机通用技术条件
- HJ 857-2017 重型柴油车、气体燃料车排气污染物车载测量方法及技术要求
- TB/T 3138-2018 机车车辆用材料阻燃技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 内燃机车排气后处理装置 exhaust aftertreatment devices for railway diesel locomotive
安装在铁路内燃机车柴油机排气系统中，降低排气中污染物排放量的装置。

3.2 氧化型催化转化器 diesel oxidation catalyst (DOC)

通过催化氧化反应，降低排气中一氧化碳（CO）、总碳氢化合物（THC）和颗粒物（PM）中挥发性有机物（SOF）等污染物排放量的后处理装置。

3.3 颗粒物捕集器 diesel particulate filter (DPF)

安装在柴油机排气系统中，通过过滤来降低排气中PM的后处理装置。当DPF载体的孔内壁涂敷有催化剂，成为催化型颗粒捕集器（Catalyzed Diesel Particulate Filter，简称CDPF）。

3.4 主动再生装置 active regeneration device

通过外加能量提高排气温度，DPF内部温度达到颗粒物的氧化燃烧温度而进行的再生。

3.5 污染物排放量 quantity of pollutant emitted

污染源单位时间内排入环境或其他设施的某种污染物的数量。

3.6 气体污染物减排率 emission reduction efficiency of gaseous pollutants

试验柴油机按照指定的工况运行时，安装排气后处理装置前原机出口与安装后排气后处理装置出口的某种气体污染物（CO、THC）排放量的变化率。

$$E_o = \frac{A_1 - A_0}{A_1} \times 100\%$$

式中：

E_o —污染物减排率；

A_1 —原机出口污染物排放量；

A_0 —后处理装置出口污染物排放量。

3.7 林格曼黑度级数 Ringelmann number

评价铁路内燃机车排气口排出的气流黑度的一种数值。

3.8 林格曼烟度 Ringelmann smoke

采用林格曼黑度级数表示的铁路内燃机车排气烟度值。

3.9 光吸收系数 coefficient of light absorption

光束被单位长度的排烟衰减的系数，单位为 m^{-1} 。

3.10 不透光烟度 opacity

测量光穿过具有一定长度的被测废气后到达接收器的透射光与入射光之比。

4 总体要求

4.1 铁路内燃机车所使用的柴油应符合 GB 19147-2016 标准。柴油机主要性能指标（如功率、转速、气缸压力、喷油正时、喷嘴雾化、各缸工作均匀性、空气滤清器、增压器等）正常，应满足对应车型的内燃机车检修技术要求。内燃机车动力室通风散热设备工作正常。

4.2 选用的材料和部件应符合 GB/T 3314 内燃机车通用技术条件、GB/T 33192 内燃机车用柴油机通用技术条件和 TB/T 3138 阻燃技术要求。

4.3 后处理装置的设计、制造和安装应考虑能有效防止使用中可能发生的腐蚀、氧化、异常振动等现象的方案。

4.4 加装后处理装置后，机车尺寸轮廓仍应满足 GB146.1 所规定的机车车辆限界要求。

4.5 对于内走廊机车，后处理装置表面温度不应超过 80℃；对于外走廊机车，后处理装置表面温度不应超过 100℃。

4.6 对于安装在内走廊机车动力室顶部的后处理装置，人员行走处的空间高度不应低于 1.85m。

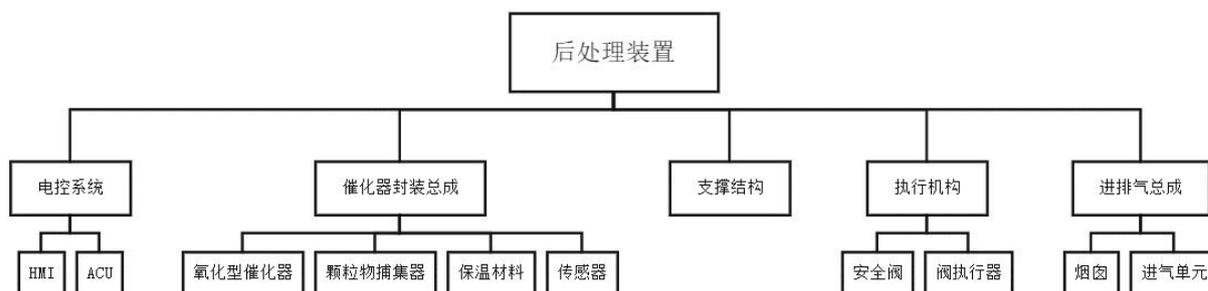
4.7 后处理装置不应影响内燃机车柴油机的日常维修。

4.8 后处理装置的安装不应影响内燃机车电器线路系统。

5 装置构成及功能要求

5.1 装置构成

内燃机车后处理装置的典型构成如下图所示：



5.2 功能要求

5.2.1 电控系统

5.2.1.1 HMI 应实时显示装置的工作状态。在装置出现故障时，HMI 应具有预警和报警功能。

5.2.1.2 HMI 应具备数据存储功能，存储频率不应低于 5Hz 且满足记录至少 360 小时的数据量。

5.2.1.3 电控单元 ACU 应具有对传感器和执行机构的在线诊断功能。ACU 应实时发送数据用于 HMI 显示。

5.2.1.4 电控单元 ACU 应根据传感器数据和柴油机的工作状态控制执行机构的工作方式。

5.2.2 催化器封装总成

5.2.2.1 催化器封装总成应包含 DOC（氧化型催化器）、DPF（颗粒物捕集器）、保温隔热材料和传感器等。

5.2.2.2 DPF 应具备再生功能，且可强制取消主动再生。

5.2.2.3 后处理装置中的 DPF 应便于拆装并可以被单独清理和维护。

5.2.2.4 应配置温度传感器和压力传感器，可实时监控催化器的工作状态。

5.2.3 支撑结构

5.2.3.1 支撑结构强度应牢固可靠，与车体或柴油机连接部分应采取防松、防脱落设计。

5.2.4 执行机构

5.2.4.1 后处理装置应预留安全旁通通道，采用手动或电动控制。

5.2.4.2 电控阀执行器应能够反馈阀的位置状态。

5.2.4.3 电控阀的额定全行程响应时间应小于 5 秒。

5.2.5 进排气总成

5.2.5.1 进气单元用于连接增压器出口和催化器封装总成，应配有波纹膨胀节用于减振和尺寸补偿。

5.2.5.2 后处理装置的排气烟囱应具有防水、防雨的功能设计。

6 性能要求

6.1 烟度限值

6.1.1 内燃机车在热态起机和负载试验的稳态工况下，采用不透光烟度法或林格曼烟度法进行烟度检测，检测值不应超过表 1 规定的烟度限值。测试方法按照附录 A 进行。

表1 烟度限值

测试方法	不透光烟度法	林格曼烟度法
指标	光吸收系数 $k(m^{-1})$	林格曼黑度级数
限值	0.8	1 (不能有可见烟)

6.2 气体污染物减排率限值

6.2.1 后处理装置处理气体污染物的效果，应采用减排率来衡量。按照内燃机车的干阻试验、水阻试验或自负载试验要求进行排放试验时，使用排放分析仪分别对改进前后的污染物进行测试，测试方法参照附录 B。计算的减排率应满足表 2 中规定的限值。

表2 气体污染物减排率限值

气体污染物	一氧化碳CO (ppm)	总碳氢THC (ppm)
减排率限值	$\geq 80\%$	$\geq 70\%$

7 安装要求

- 7.1 与柴油机增压器连接处应采用耐高温、金属包边的密封衬垫进行密封。
- 7.2 与发动机本体连接的后处理支腿应采用弹性减震连接件。
- 7.3 与机车顶盖连接处应密封，防止废气、雨水等倒灌入机车内部。
- 7.4 紧固件应采用防松螺栓进行连接。
- 7.5 焊接部位应满焊且安装过程应采取防火保护措施。

8 检验和测试

8.1 检验和测试分类

检验和测试分为出厂检验、设计验证试验、安装检验和性能测试。

8.2 出厂检验

每台产品出厂前均应进行出厂检验，由生产厂家质检部门检验合格，并出具合格证明。出厂检验项目至少应包含外观检验、尺寸检验、泄漏量检验以及电控系统的功能检验。

8.3 设计验证试验

首次设计的产品或在结构、材料、工艺上有较大改变可能影响性能的已有产品，应进行以下设计验证试验：

8.3.1 振动试验

应按照 GB/T 25119-2021 和 GB/T 21563-2018 对机械部分进行振动及冲击试验。

8.3.2 电磁兼容性试验

应按照 GB/T 25119-2021 和 GB/T 24338.4-2018 对电控系统进行电磁兼容测试。

8.3.3 环境试验和电性能试验

应按照 GB/T 25119-2021 对电控系统进行环境和电性能测试。

8.4 安装检验

后处理装置在机车上完成安装后，应至少按照表3中所列出的检验项目对安装成果进行检验。

表3 安装检验

序号	项目	名称	描述
1	电控系统	电控单元 ACU	控制良好、无异常显示
2		传感器	压力、温度传感器安装良好，信号正常
3		HMI 人机界面	可以显示后处理装置正常工作状态
4	催化器封装总成	催化器封装总成	连接可靠、保温绝热良好，密封可靠，无泄露。
5	执行机构	电控执行器	功能正常
6	支撑结构	支撑连接点	定位、连接螺栓紧固，无松动，焊接可靠。

8.5 性能测试

安装检验完成后，应对后处理排放适应性改进效果进行性能测试，测试方法和结果应满足第6章要求。

附 录 A
(规范性附录)
烟度检验方法

A.1 概述

本附录规定了利用便携式排放检测仪对在用铁路内燃机车柴油机的排气烟度进行测试的规程。

A.2 试验要求

A.2.1 烟度检验工况

烟度检验前，内燃机车柴油机应充分预热。在连续测试过程中，应确保柴油机处于正常工作的状态。

A.2.2 采用如下描述的加载法对在用铁路内燃机车的排气烟度进行检验：

现场检验人员可以根据受检柴油机的实际工作状态确定加载方法，在柴油机连续正常工作过程中（例如逐步由1档换到最高档的全过程）测量内燃机车的排气烟度。

A.3 烟度检验方法

A.3.1 不透光烟度法

按照附录A.2.2规定的加载方法，用不透光烟度计连续测量内燃机车排气的吸收系数，采样频率不应低于1 Hz，选取测量过程中不透光烟度计的最大读数作为测量结果。不透光烟度计的安装和使用应满足GB 3847-2018要求。

A.3.2 林格曼烟度法

按照附录A.2.2规定的加载方法，用林格曼烟度计连续观测内燃机车测量工况下的林格曼烟度。测量方法和设备的使用应满足GB 3847-2018要求。

A.4 判定规则

如果内燃机车的林格曼烟度超过6.1限值要求，则判定烟度排放检验不合格。

林格曼烟度检验合格的内燃机车，也可继续采用不透光烟度法进行现场排气烟度检验。不透光烟度满足6.1限值要求的，判定合格，否则为不合格。

A.5 检验用仪器设备要求

检验用排放测试设备（不透光烟度计等）的工作原理、准确度应满足GB 3847-2018的相关要求。

附录 B
(规范性附录)
气体污染物检验方法

B.1 一般要求

环境温度在266K~311K(-7℃~38℃)。
柴油机出水温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ ，机油温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 。
测试时海拔不超过2400m。

B.2 内燃机车的准备

内燃机车应正常使用和维护保养。没有工作中的报警或故障，如：柴油机有气缸失火、喷油器雾化不良、增压器润滑不良、机油耗超标等。车载排放试验应在机车正常作业状态下进行。试验应代表机车在实际作业状态的负荷特性。

检验使用的燃料采用满足标准GB 19147的柴油，使用的机油应符合机车生产厂商的规定。

B.2.1 测试内容

将便携式排放检测仪安装固定于机车上，在机车实际作业过程中，实时测量表B.1的数据（数据采集频率为1Hz）。

表B.1 测量内容

测量内容	单位	测试仪器
CO 浓度	ppm	分析仪
THC 浓度	ppm	分析仪
排气温度	℃	传感器
环境温度	℃	传感器
环境大气压	kPa	传感器

B.2.2 测试工况

B.2.2.1 试验工作循环应尽可能地代表铁路内燃机车的实际操作。

B.2.2.2 无论是在铁路内燃机车实际的操作过程中，还是在具有代表性的试验工作循环下进行试验，应：

- a) 评估所选用铁路内燃机车类别的整体实际操作；
- b) 不包含柴油机怠速下的零散工作量；
- c) 包含各个档位负载工况。

B.2.3 设备安装连接

参照HJ 857-2017的规定进行设备安装连接。

B.3 排放测试**B.3.1 测试准备**

参照HJ 857-2017的规定进行测试准备。

B.3.2 测试开始

应在机车启动前充分预热分析仪到正常工作状态。当柴油机的冷却液温度在60°C以上，或者当冷却液的温度在5分钟之内的变化小于2°C时，以先到为准，但是不能晚于柴油机启动后20分钟，测试数据开始用于排放达标与否的判定。

B.3.3 测试运行

测试时，所有组分的样气可用一个取样探头取样，注意不能让排气成分（包括水汽等）在分析系统的样气通路中产生冷凝。所有仪器检查和标定工作完成后，柴油机继续运转并进行数据收集。

B.3.4 测试结束

包含所有操作规程且仅包含有效数据的试验持续时间应足够长，当所有档位下有效测量时间大于3分钟后，测试终止。

B.4 试验报告

试验报告应包括所有排放测试的原始数据记录文件。

B.5 排放试验仪器设备

B.5.1 分析仪的一般技术规格

排气分析仪应符合HJ 857-2017的规定。

参 考 文 献

- HJ 437-2008 车用压燃式、气体燃料点燃式柴油机与汽车车载诊断（OBD）系统技术要求
- HJ 451-2008 环境保护产品技术要求 柴油车排气后处理装置
- GB/T 8190.4-2023 往复式内燃机排放测量 第4部分：不同用途柴油机的稳态和瞬态试验循环
- TB/T 2380-2011 内燃机车出厂定置试验
- TCI CEIA CAMS 2-2019 团体标准-在用非道路移动机械用柴油机排放适应性改造 技术规范和评价方法

索 引
