

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T XXXX—XXXX

## 内燃机车动力源系统改造技术规范

Technical specification for power source system reconstruction of  
diesel locomotive

征求意见稿

(本稿完成日期：2025 年 4 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

国家铁路局 发布



目 次

前言 ..... 2

1 范围 ..... 3

2 规范性引用文件 ..... 3

3 术语和定义 ..... 4

4 改造原则 ..... 4

5 改造前机车状态要求 ..... 6

6 改造机车状态要求 ..... 7

7 检查与试验 ..... 12

8 检验规则 ..... 17

9 标志、包装 ..... 17

附录 A（规范性）附带文件 ..... 18

附录 B（规范性）质量保证能力 ..... 19

附录 C（规范性）整车检验项目 ..... 25

附录 D（规范性）关键部件型式试验要求 ..... 27

## 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。

本文件由铁路行业内燃机车标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：中车资阳机车有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车戚墅堰机车有限公司、中车大连机车研究所有限公司

本文件主要起草人：邓伯勇、白永平、赵宇雷、张征硕、彭长福、苗苗。

# 内燃机车动力源系统改造技术规范

## 1 范围

本文件规定了内燃机车动力源系统的改造原则，改造前机车状态要求，改造机车状态要求，检查与试验，检验规则，标志、包装。

本文件适用于标准轨距内燃机车动力源系统改造，其他轨距内燃机车动力源系统改造可参照执行。

## 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 146.1 标准轨距铁路限界 第1部分：机车车辆限界
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB/T 2900.36 电工术语 电力牵引
- GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池
- GB/T 3367.1 内燃机车词汇 第1部分：基本词汇
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 20042.1 质子交换膜燃料电池 第1部分：术语
- GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分：直流充电接口
- GB/T 20234.4 电动汽车传导充电用连接装置 第4部分：大功率直流充电接口
- GB/T 21413.1 轨道交通 机车车辆电气设备 第1部分：一般使用条件和通用规则
- GB/T 21414 轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定
- GB/T 24338.3 轨道交通 电磁兼容 第3-1部分：机车车辆 列车和整车
- 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 24549—2020 燃料电池电动汽车 安全要求
- GB/T 25117 轨道交通 机车车辆 牵引系统组合试验方法
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 25122.1 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第1部分：特性和试验方法
- GB/T 26779 燃料电池电动汽车加氢口
- GB/T 31037.1—2014 工业起升车辆用燃料电池发电系统 第1部分：安全
- GB/T 34571 轨道交通 机车车辆布线规则
- TB/T 1508 机车电气屏柜

TB/T XXXX—XXXX

TB/T 2054 机车淋雨试验方法  
TB/T 2745 动力装置用柴油机认证试验  
TB/T 2783 牵引动力装置用柴油机排放试验  
TB/T 2963 机车车辆标志 机车  
TB/T 3098 铁道动力装置用柴油机认证试验实施细则  
TB/T 3138 机车车辆用材料阻燃技术要求  
TB/T 3315 机车车辆电机 牵引电动机 异步牵引电动机  
TB/T 3335 交流传动内燃机车主辅发电机  
TB/T 3343 微机控制的机车制动系统单机试验及评定  
TB/T 3428 微机控制的机车制动控制系统  
TB/T 3488—2017 交流传动内燃机车  
TB/T 3540.1 内燃机车牵引热工性能试验方法 第1部分：定置试验  
TB/T 3540.2 内燃机车牵引热工性能试验方法 第2部分：运行试验  
TB/T 3548 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 总则  
TB/T 3584—2024 内燃机车 直流传动内燃机车  
TB/T 3586 电力机车及电动车组牵引辅助系统试验方法 牵引性能试验  
TB/T 3589—2023 机车车辆制动控制装置 机车制动机 空气制动机  
TB/T XXXX 新能源机车车辆 新能源机车

### 3 术语和定义

GB/T 3367.1、GB/T 2900.36、GB/T 2900.41、GB/T 20042.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**混合动力** hybrid power

采用两种及以上动力源作为牵引动力的动力形式。

#### 3.2

**动力蓄电池** traction battery; propulsion battery

为机车牵引系统提供能量的磷酸铁锂电池或钛酸锂电池。

#### 3.3

**动力源系统改造机车** power system reconstruction locomotive

将内燃机车动力源系统替换为“柴油机+动力蓄电池系统”、“动力蓄电池系统”、“氢燃料电池系统+动力蓄电池系统”的机车。

### 4 改造原则

4.1 动力源系统改造机车应完整记录改造信息，留存年限不低于机车报废运用年限，确保报废前被追溯。

- 4.2 被改造内燃机车应具备完整的机车原始履历，运用年限不应超过 20 年，且状态良好、正常运行。
- 4.3 动力源系统改造机车运用年限与原运用年限累加计算，总计不超过 30 年。
- 4.4 应按轮周功率划分动力源系统改造机车功率等级，1000 kW 以下轮周功率内燃机车应改造为 1000 kW 功率等级动力源系统改造机车，1000 kW~2000 kW 轮周功率内燃机车应改造为 2000 kW 功率等级动力源系统改造机车，2000 kW~3000 kW 轮周功率内燃机车宜改造为 3000 kW 功率等级动力源系统改造机车。
- 4.5 机车动力源系统改造应满足以下要求：
- a) 对动力源装置及其辅助系统、电气系统、微机网络控制系统、牵引传动系统、牵引电机进行更新。动力源系统更新不应超过上述范围；
  - b) 在保持车体钢结构、转向架、司机室及制动系统主体结构不变情况下，对车体钢结构、转向架构架、轮对驱动装置、电气线路、制动系统管路、司机室设备进行适应性改造。动力源系统改造不应超过上述范围；
  - c) 牵引电机更新后的接口应保持不变；其他系统及部件的接口可根据适应性改造要求做相应调整；
  - d) 更新的系统及部件应为新造产品并满足相应标准要求，不应通过改造的方式实现。
- 4.6 动力源系统改造不应改变速度等级、轴重、轴式，且动力源系统改造机车牵引力不应大于原值。
- 4.7 动力源系统改造机车采用“柴油机+动力蓄电池系统”为动力源时，动力蓄电池系统在 1C 放电倍率条件下的放电功率不应小于柴油机装车功率。
- 4.8 动力源系统改造机车应满足如下防火要求：
- a) 采用非延燃性材料和防火材料，并符合 TB/T 3138 的规定；
  - b) 配有灭火装置；
  - c) 在动力源系统等关键位置设置烟雾报警等火灾自动报警装置，并具备声、光报警功能；
  - d) 采用低卤低烟阻燃、低卤低烟耐火电线电缆或无卤低烟阻燃、无卤低烟耐火电线电缆。
- 4.9 动力源系统改造机车布线应符合 GB/T 34571 的规定。
- 4.10 动力源系统改造机车安全保护接地应符合 GB/T 21414 的规定。
- 4.11 动力源系统改造机车的进风口宜具有易于清洁的滤清设施及防护装置。
- 4.12 动力源系统改造机车走廊和设备间应有良好照明。
- 4.13 动力源系统改造机车内电气屏柜应符合 TB/T 1508 的规定。
- 4.14 动力源系统改造机车标记应符合 TB/T 2963 的规定，车体应能耐受微酸、微碱清洗剂的影响。
- 4.15 动力源系统改造机车电气设备应符合 GB/T 21413.1 的规定。
- 4.16 动力源系统改造机车应设走行里程计数装置。
- 4.17 动力源系统改造机车的设计应便于进行日常维护性检修，功能恢复性维修，性能恢复性维修。
- 4.18 动力源系统改造机车动力系统、牵引变流系统、制动系统、转向架应具有故障预测和健康管理功能。
- 4.19 动力源系统改造机车在混合动力工况时，各动力系统间应具备良好的牵引、动力制动及充放电匹配性能。混合动力系统匹配性应符合附录 A 的规定。

4.20 动力源系统改造基本质量保证能力应符合附录 B 的规定。

## 5 改造前机车状态要求

### 5.1 车体

车体应满足以下要求：

- a) 钢结构母材及焊缝不应有开裂，腐蚀面积不应超过原构件相应面积的 40%或腐蚀深度不应超过 30%；
- b) 机车各梁、立柱、梁板无变形及裂纹，车体侧壁外表面平面度不大于  $5\text{ mm/m}^2$ ；
- c) 牵引梁前后从板座无变形；
- d) 排障器各板外观平整、无裂纹，安装牢固。

### 5.2 钩缓装置

钩缓装置应满足以下要求：

- a) 钩缓装置功能正常；
- b) 提钩杆功能正常。

### 5.3 转向架

转向架应满足以下要求：

- a) 构架主梁母材及焊缝不应有裂纹、开焊，螺纹孔状态良好；
- b) 齿轮箱、抱轴箱无裂纹及变形；
- c) 轴箱体、轴箱拉杆和轴箱弹簧无裂纹；
- d) 车轴、车轮无裂纹，轮芯、轮箍防迟缓状态良好，螺纹孔状态良好；
- e) 基础制动装置及停放制动装置状态良好；
- f) 牵引电机安装状态良好；
- g) 撒砂管、牵引杆、扫石器等状态良好；
- h) 油位正常。

### 5.4 制动系统

制动系统应满足以下要求：

- a) 制动机各部件功能正常，制动功能正常；
- b) 基础制动装置动作灵活，气密性功能良好；
- c) 停放制动功能正常。

### 5.5 风源系统

风源系统应满足以下要求：

- a) 空压机供风、散热正常，干燥器过滤、干燥正常；
- b) 风缸状态良好，无泄漏，空气管路通畅，无泄漏。

## 5.6 电气部件

电气部件应满足以下要求：

- a) 电器件性能良好，绝缘耐压符合 GB/T 21413.1 规定；
- b) 电器件安装牢固，功能正常；
- c) 司控器动作灵活，功能正常；
- d) 辅助蓄电池状态良好；
- e) 线缆无破损、变形，捆扎状态良好。

## 5.7 安全设施及措施

机车安全设施及措施应满足以下要求：

- a) 机车风笛和电笛（若有）功能正常；
- b) 前照灯、标志灯和辅助照明灯（若有）功能正常；
- c) 机车警惕功能（若有）正常。

# 6 改造机车状态要求

## 6.1 尺寸

机车尺寸应满足如下要求：

- a) 外限尺寸符合 GB 146.1 的规定；
- b) 车钩中心线距轨面标称高度为 880 mm。

## 6.2 重量

机车重量应符合 TB/T 3488—2017 中 5.2.3 的规定。

## 6.3 淋雨

动力源系统改造后动力蓄电池室、司机室、电器室内等关键部位不应有渗漏；在设计开孔处侵入的雨水应能够通过排水设施排出且不形成积存，不应给机车上的电气及机械设备正常工作带来有害影响；外部设备密封箱体（砂箱等）不应有可见水滴。

## 6.4 电气系统

6.4.1 机车主电路在各种工况下均有故障保护功能，包括但不限于：短路、接地、过载、过流、过压、欠压、过热、空转、滑行等保护，并在司机室微机显示屏上显示故障内容。当牵引设备发生不正常状况时，牵引电传动系统能够迅速保护、自动或提示司机手动隔离故障设备并导向安全，避免故障扩大化。

6.4.2 机车辅助电路在各种工况下均有故障保护功能，包括但不限于：短路、接地、过载、过流、过压、欠压、过热等保护，并在司机室微机显示屏上显示故障内容。

6.4.3 机车辅助设备宜采用三相电源供电方式，辅助供电性能应符合附录 A 的规定。

6.4.4 机车辅助电池充电机容量满足辅助蓄电池充电和直流负载功率的要求。

6.4.5 牵引电动机及主电路各主要设备的温升不应超过限值。

6.4.6 牵引电机应能以其装车的额定功率保证机车持续工作制或机车短时工作制运行。

## 6.5 微机网络控制系统

6.5.1 微机网络控制系统应符合 GB/T 25119 的规定，具备逻辑判断、控制和状态监视功能。牵引电传动系统应具有明显的高压警示标志、高压指示灯等，并设置必要的安全联锁措施。

6.5.2 微机网络控制系统、牵引电传动系统及机车辅助系统应具有故障保护功能，包括但不限于：短路、接地、过载、过流、过压、欠压、过热、超速、空转、滑行等保护，并在司机室微机显示屏上显示故障内容。

## 6.6 牵引和动力制动特性

牵引和动力制动特性应符合附录A的规定。

## 6.7 电气绝缘

机车在布线与设备安装完成后，各等级电路在绝缘电阻检查和绝缘耐受电压试验中不应发生高压端对地放电或击穿等异常现象。

## 6.8 电磁兼容

机车及其所有电气设备均应具有良好的电磁兼容性，应符合GB/T 24338.3和GB/T 24338.4的规定，且承受静电放电时的抗扰度应满足GB/T 17626.2—2018中第9章的要求。

## 6.9 结构强度

结构部件的强度应符合TB/T 3548的规定。

## 6.10 柴油机动力系统

6.10.1 柴油机性能应符合附录 A 的规定。

6.10.2 柴油机及其辅助系统应符合 TB/T 3488—2017 中 12.1、12.3、12.6、12.8 的规定。

6.10.3 机车在下列环境中使用时，柴油机应能发出最大运用功率，并能正常工作不需要进行修正。

- a) 周围空气温度不超过 30 ℃时；
- b) 海拔高度不超过 700 m；
- c) 相对湿度小于或等于 95%（该月平均最低温度为 25 ℃）。

当机车使用环境超过上述条件时，柴油机功率应随海拔、温度、空气质量的变化按修正曲线自动修正。

6.10.4 柴油机应具有润滑油压力、柴油机冷却水进口或出口温度、柴油机转速等保护功能。

6.10.5 柴油机应采用废气涡轮增压。

6.10.6 燃油应通过燃油滤清器循环。

6.10.7 冷却系统冷却能力应满足柴油机在规定环境中全功率持续正常工作的冷却要求。

- 6.10.8 排气系统不应泄漏，并设置隔热层。
- 6.10.9 冷却水系统应具有自动排气功能，注水口的设置应便于注水作业。
- 6.10.10 机车主（辅）发电机应符合 TB/T 3335 规定，其温升不应超过限值。
- 6.10.11 燃油箱结构便于清洗。
- 6.10.12 制动电阻（若有）容量宜满足机车柴油机最大运用功率自负荷试验要求。
- 6.10.13 用于柴油机启动的辅助蓄电池应满足在机车运用环境条件下柴油机可靠启动的要求。
- 6.10.14 机车柴油机污染物排放应符合强制性国家标准规定。

## 6.11 动力蓄电池系统

- 6.11.1 动力蓄电池系统由动力蓄电池、充电接口、火灾防控系统、高压及辅助电路、热保障系统和电池管理系统组成。
- 6.11.2 动力蓄电池系统性能应符合附录 A 的规定。
- 6.11.3 动力蓄电池系统应满足机车运用环境要求。
- 6.11.4 动力蓄电池系统应能与机车微机网络控制系统通讯，实现动力蓄电池系统的启动、运行、停机等控制及主要故障信息的通讯。
- 6.11.5 动力蓄电池系统应具有过温、过充电、过放电、过流、绝缘、欠压等保护，电池状态、故障等信息应在微机显示屏上显示。
- 6.11.6 动力蓄电池系统应设有明显的高压警示标志、高压指示灯，并设置安全联锁装置。
- 6.11.7 动力蓄电池系统应设有防爆结构，泄爆方向应远离人工操作区和危险源。
- 6.11.8 动力蓄电池宜远离司机室，若安装位置无法远离司机室，动力蓄电池装置与司机室之间应做防爆、防火、隔热结构设计。
- 6.11.9 动力蓄电池安装在机车下部时，机车应设置防脱落、防碰撞装置。动力蓄电池装置安装在端部时，机车应设置防撞击缓冲区域。
- 6.11.10 动力蓄电池应具有良好的密封性，防护等级不应低于 GB/T 4208—2017 中 IP 54 的要求。
- 6.11.11 动力蓄电池应便于极端故障从机车上吊离。
- 6.11.12 动力蓄电池系统应采用能量分割原则，每组动力蓄电池系统采用单独电气支路设计，动力蓄电池系统间应采用物理隔离。
- 6.11.13 动力蓄电池充电接口应设置在易于操作的位置，应符合 GB/T 20234.3 或 GB/T 20234.4 的规定。
- 6.11.14 动力蓄电池应具有与国标充电桩的通信能力。
- 6.11.15 动力蓄电池充电接口与机车高压应设置安全联锁。
- 6.11.16 充电接口应具有机械锁止装置，机械锁止装置在正常工作状态时应能避免充电接口的意外断开。
- 6.11.17 动力蓄电池充电应具备状态显示功能。
- 6.11.18 火灾防控系统具备火灾检测及报警功能，应能分别执行降温和灭火功能，0~10 s 内通过自动或手动方式喷放灭火介质；应能够熄灭部分电池单体在热失控初期产生的火焰；当动力蓄电池装置大面积失控时，能够延缓热失控。
- 6.11.19 火灾防控系统所有零部件应设置在便于检修维护的位置。

- 6.11.20 火灾防控系统应能保证灭火介质被均匀分布于防护空间内。
- 6.11.21 火灾防控系统应监测电池温度状态，具备电池异常状态报警及主动抑制功能。
- 6.11.22 火灾防控系统应能获取特征气体浓度以及电池管理系统采集的电池单体最高温度。
- 6.11.23 火灾防控系统应实时检测灭火执行装置中灭火剂状态，检测灭火执行装置储存容器内灭火剂状态，灭火剂量低于设计要求应报故障。
- 6.11.24 火灾防控系统应记录所有故障事件和动作事件，包含动作事件发生前一段时间内所有探测数据及火灾防控系统状态信息。
- 6.11.25 火灾防控系统灭火介质应具有良好的降温、灭火能力，应采用无毒、无刺激性气味、对电池单体等无危害和损害的产品。
- 6.11.26 当不确定因素导致火灾防控系统灭火介质误动作喷放时，不得对电池及柜内其它电器元件等附属品产生损害。
- 6.11.27 热保障系统防烫、防触电、防进入、接地、吊装等标志应符合 GB 2894 的规定。
- 6.11.28 热保障系统应满足动力蓄电池装置的散热、加热和均温要求，确保充放电过程中电池温度和温差始终保持在要求的范围内。
- 6.11.29 动力蓄电池系统应具有高压回路进行实时监测，并具备切断故障回路，抑制过压和过流的功能。
- 6.11.30 动力蓄电池系统应具有总电压保护功能。当总电压欠/过压时，可直接切断电池系统主回路，实现冗余保护。
- 6.11.31 动力蓄电池系统高压及辅助电路实现主电路的分断控制，当出现过流、过压、过温等故障时，实现主电路的保护。同时动力蓄电池系统高压回路配备手动维护开关（MSD），在检修时确保人车安全。
- 6.11.32 电池管理系统应能记录电池系统的故障信息并能进行故障诊断，根据具体故障内容完成相应的故障处理，如故障信息上报、实时警示和故障保护等。
- 6.11.33 电池管理系统应具有监测电池单体电压及温度、动力蓄电池系统电流、估算与均衡电池单体或电池包 SOC、与动力蓄电池系统外部设备进行数据通信、均衡电池单体或电池包电压等功能。
- 6.11.34 电池管理系统应具有自检功能，对电池管理系统主要功能进行初步筛查和识别，对影响使用和安全的功能异常给出预警。
- 6.11.35 环境温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 时，动力蓄电池系统通过热保障系统提供制冷/热后，钛酸锂动力蓄电池系统应具有持续 2C 的放电能力，磷酸铁锂动力蓄电池系统应具有持续 1C 的放电能力。
  - a) 钛酸锂动力电池持续时间（2C）： $\geq 15\text{ min}$ ;
  - b) 磷酸铁锂动力电池持续时间（1C）： $\geq 30\text{ min}$ 。
- 6.11.36 动力蓄电池系统放电深度，磷酸铁锂电池不小于 70%、钛酸锂电池不小于 80%，放电深度偏差不大于 $\pm 5\%$ 。
- 6.11.37 动力蓄电池系统工作电压范围宜：530 V~790 V。
- 6.11.38 动力蓄电池系统技术要求和试验方法应符合 TB/T XXXX 的规定。

## 6.12 氢燃料动力系统

- 6.12.1 氢燃料动力系统是由氢燃料电池系统、氢燃料储存和供应系统组成的供电系统。

- 6.12.2 氢燃料电池系统性能要求应符合附录 A 的规定。
- 6.12.3 机车在下列环境中使用时，氢燃料动力系统应能发出最大运用功率，并能正常工作不需要进行修正。
- a) 海拔高度不超过 1400 m;
  - b) 温度不超过 25 °C 时;
- 海拔高度在 1400 m~2500 m 时，功率随海拔及温度的变化按修正曲线进行自动修正。
- 6.12.4 氢燃料动力系统应能在自身和机车发生相关故障时进行急停保护并能承受负载突然切除后的影响。
- 6.12.5 氢燃料电池系统控制单元应与机车网络控制系统通讯，实现氢燃料电池系统启动、运行、停机等控制及主要故障信息的通讯。
- 6.12.6 氢燃料储存和供应系统的安装位置应与司机室完全隔离，泄漏的气体不应扩散至司机室内。氢燃料储存和供应系统不宜安装在机车下部或机车端部，避免异常情况下受到撞击发生泄漏。
- 6.12.7 氢燃料动力系统尾排管路应进行防积水设计，宜设置气水分离装置。排气口应直接通往车外大气，避免与其他系统产生耦合问题；排水口不应朝向钢轨，采取必要的措施避免低温环境造成冷凝水结冰堵塞。
- 6.12.8 温度驱动安全泄压装置（TPRD）和安全泄压装置（PRD）释放管路排放口宜集中布置，气体排放方向应远离人、电源、火源。排气装置应采取必要的保护措施，防止在使用过程中被异物堵塞，影响气体释放。
- 6.12.9 加氢口应符合 GB/T 26779 的规定。加氢口安装位置具有良好的通风条件。
- 6.12.10 加氢口应具有能够防止尘土、液体和污染物等异物进入的防护盖。加氢口旁边应注明加氢口的最大加注压力。
- 6.12.11 氢燃料电池系统应在易聚集处设置氢气泄漏检测装置，同时具有相应的响应动作（告警、自动切断气源）。
- 6.12.12 机车高压电和加氢作业应设置有互锁装置。
- 6.12.13 机车应设置能将人体静电导出的装置。
- 6.12.14 机车应在加氢口、氢气排放口、尾排口附近设置警示标志，标志应符合 GB 2894 的规定。
- 6.12.15 加氢口或与加氢口连接的高压氢气管路应设有接地装置，加氢口应具有与加氢枪电气连接的装置，以保证机车加氢时与加氢枪等电位。
- 6.12.16 氢燃料储存和供应系统的防水、防尘要求应满足 GB/T 4208—2017 中规定的 IP 56 等级及以上的要求，如安装在机械间内部，可适当降低防护等级要求。
- 6.12.17 氢燃料储存和供应系统应有过流保护装置或其他措施，当检测到储氢容器或管道内流量异常增大时，能自动切断氢气供应。
- 6.12.18 氢燃料动力系统尾气排放要求应符合 GB/T 24549—2020 中 4.1.1 的规定。
- 6.12.19 氢燃料动力系统应最大限度减少储氢瓶、阀和高压管路之间连接点的数量并将管路连接点设置在易于检查和维修的位置。
- 6.12.20 氢燃料储存和供应系统应设置手动排放功能，可在系统检修维护时，通过手动方式排放瓶内氢气。

- 6.12.21 氢燃料电池冷却系统应能满足电堆进口水温的要求。
- 6.12.22 氢燃料电池系统技术要求和试验方法应符合 TB/T XXXX 的规定。
- 6.12.23 氢燃料储存和供应系统技术要求和试验方法应符合 TB/T XXXX 的规定。

### 6.13 运用验证

动力源系统改造机车应进行运用验证试验。

## 7 检查与试验

### 7.1 载荷状态

本文件各项检查与试验实施时应采用表1所列的机车常规载荷状态。

表 1 载荷状态

载荷	空重	计算重量	整备重量
乘务员	0	满	
燃油	0	2/3	满
氢 <sup>a</sup>	0	2/3	满
砂	0	2/3	满
冷却水	0	额定的	
柴油机机油	0	额定的	
其它流体与润滑剂	额定的		
随车工具	全套		
<sup>a</sup> 在检查与试验时，氢气重量宜由其他相同重量载荷替代。			

### 7.2 限界试验

应按 TB/T 3488—2017 中 17.2 的方法进行。

### 7.3 称重试验

应按 TB/T 3488—2017 中 17.5 的方法进行。

### 7.4 淋雨试验

应按TB/T 2054的方法进行，试验时可不开通风设备。

### 7.5 安全措施检查

安全措施检查至少对以下各项进行检查：

- 防止可能触及通风机叶轮、联轴器、皮带等转动部件和机械部件尖锐边缘的设施的效能；
- 防止某些进风口可能造成危险的设施的效能；

- c) 与固定的或移动的带电设备之间应留有足够的常规安全距离；
- d) 防止意外触及带电零件的各种措施，包括各电气设备的联锁作用是否正常；
- e) 电气设备或可能偶然带电部件的保护性接地；
- f) 防止接触器电弧的设施的效能；
- g) 消防设备的型式、数量与可接近性，防火系统的操作，车下部件、装置的危险性防护效能，应符合相关标准的规定；
- h) 某些可能在无意中触及并具有烫伤温度部件（如排气系统、发热元件、压缩机高压风管等）防护的有效性；
- i) 应提供必备的警示信号，尤其对于高温、高压或移动部件；
- j) 检查动力蓄电池系统的高压警示标志、指示灯；
- k) 检查机车充电、加氢等作业过程与机车高压电的互锁功能是否正常；
- l) 动力蓄电池系统火灾检测及报警装置的效能；
- m) 防止氢气泄漏的检测装置的效能；
- n) 检查机车除静电装置的设置；
- o) 检查加氢口或与加氢口连接的高压氢气管路的接地装置。

#### 7.6 安全设备检查

机车安全设备检查应至少包括：

- a) 检查风笛和电笛（若有）是否正常工作；
- b) 检查前照灯、辅照灯（若有）和标志灯是否正常工作；
- c) 司机警惕装置检查（若有）。

#### 7.7 走行部安全检查

走行部检查应包括但不限于以下：

- a) 检查基础制动装置、手制动机（停放制动）状态及功能；
- b) 检查撒砂管、牵引杆、扫石器、移频感应器（若有）等安装状态；
- c) 检查齿轮箱、抱轴箱安装状态和抱轴瓦间隙；
- d) 检查牵引电机安装状态；
- e) 检查轮芯、轮箍弛缓线有无错位，机车分体轮轮箍卡环有无开焊；
- f) 检查走行部油位是否在正常油位。

#### 7.8 绝缘试验

应按TB/T 3488—2017中17.6的方法进行。

#### 7.9 网络控制系统试验

检查车载网络控制系统通信、逻辑控制、故障诊断、保护等功能。

#### 7.10 电气系统保护试验

应按TB/T 3488—2017中17.32的方法进行。

#### 7.11 风源系统试验

应按TB/T 3584—2024中16.6的方法进行。

#### 7.12 静态制动性能试验

自动制动试验、单独制动试验、自动制动与单独制动匹配功能试验、安全保护试验、无火（无动力）回送试验应按TB/T 3589—2023或TB/T 3428的规定进行。

在机车前进和后退两种工况下，检查撒砂装置的动作是否正常，与机车方向指令是否匹配。

#### 7.13 停放制动试验

检查停放制动的施加和缓解功能是否正常。

#### 7.14 辅助蓄电池及充电设备的检查

应按TB/T 3488—2017中17.11的方法进行。

#### 7.15 动力制动性能试验

机车在试验线路施加动力制动，检查动力制动功能。

#### 7.16 制动运行试验

紧急制动试验、常用制动试验、单独制动试验，空气制动与动力制动的匹配试验（若有）应按TB/T 3343的方法进行。

#### 7.17 辅助电气设备和辅助电源试验

测量以下电气参数验证辅助电源输出特性：

- a) 辅助电源输出电压；
- b) 辅助电源输出电流。

检查辅助电源是否能够维持机车辅助系统持续工作。

#### 7.18 温升试验

机车主（辅）发电机温升试验应按TB/T 3540.1的方法进行。

机车牵引电机温升试验应按TB/T 3540.2或TB/T 3586的方法进行。如受动力系统续航能力限制，牵引电机预期无法达到平衡温度，温升试验前应将动力能源补（充）满，以机车自动限制功率时刻作为温升试验结束点。

#### 7.19 机车对外射频电磁骚扰试验

机车对外射频电磁骚扰试验应按GB/T 24338.3的方法进行。

#### 7.20 静电放电抗扰度试验

静电放电抗扰度试验应按GB/T 17626.2—2018的方法进行，试验等级为3级。

## 7.21 动力蓄电池系统试验

### 7.21.1 充放电试验

检查充放电功能是否正常；进行充放电试验，测量充/放电时间、电流和电压，验证动力蓄电池系统的充放电特性是否满足要求。

### 7.21.2 保护功能试验

动力蓄电池系统投入，模拟动力蓄电池充放电过程中过温、过流、绝缘下降、欠压、火灾故障等故障，显示屏是否显示故障或提示信息。

## 7.22 氢燃料电池系统试验

### 7.22.1 总则

氢燃料电池系统性能试验在机车静止状态下进行，氢燃料电池的加载采用机车自负荷或外接负荷的方式。

### 7.22.2 系统工作状态检查

试验前，机车自负荷（根据机车状态选择氢燃料电池的输出功率）或外接负荷工况运行一段时间，检查氢燃料电池系统水温等是否在正常范围；冷却系统的密封性能和氢燃料电池系统的辅助系统运行状态是否正常。

### 7.22.3 系统急停保护试验

通过分别模拟氢燃料电池系统自身故障和机车故障的工况，进行系统急停试验，检查系统状态是否正常，是否能正常启动。

### 7.22.4 系统加载减载试验

分别在怠速和加载、减载工况下检查氢燃料电池输出功率响应。

### 7.22.5 氢燃料电池功率试验

测量氢燃料电池系统输出电压、电流，计算氢燃料电池的总功率，验证氢燃料电池系统功率是否满足规定值。

### 7.22.6 气密性试验

向供氢系统加氢口充入试验气体，在压力达到0.5 MPa至1.1倍公称工作压力范围内，每增加5 MPa为一个测试压力点，用检漏液检查气密性，检测点3 min之内应无气泡产生。

如储氢容器与瓶口阀装配已经通过气密性验证，试验时应将储氢容器隔离，仅验证其他部件气密性。

### 7.22.7 保压试验

供氢系统气密性试验合格后, 将供氢系统继续增压至不小于1.1倍公称工作压力, 待压力稳定后进行保压试验, 保压时间不小于1 h, 系统压力降低每小时不大于0.5%。

### 7.22.8 尾排试验

应按GB/T 31037.1—2014中5.4的方法进行。

### 7.22.9 氢气消耗率试验

在常规环境条件下, 测量不同加载工况下氢气压力变化或流量变化, 计算氢气消耗率。

### 7.22.10 氢燃料动力系统冷却能力试验

试验应选在白天日照强烈的时间内进行, 试验时机车应置于空旷的室外, 无其他热源影响。

通过机车的自负荷或外接负荷使氢燃料动力系统加载到额定功率持续运行 63 min, 氢燃料动力系统在有效测量时长内的输出功率应始终处于有效测量时长 60 min 运行功率的平均值的 95%~105%。测量氢燃料动力系统的电压、电流, 氢气的消耗量, 辅助系统的电压、电流。

当氢燃料动力系统电堆进口冷却水温达到最高允许值仍继续上升, 应停止试验。

### 7.22.11 氢燃料动力系统功率随海拔修正试验

测试氢燃料动力系统功率随海拔高度的变化规律, 可采用模拟海拔高度变化的方法进行试验。

## 7.23 柴油机动力系统试验

### 7.23.1 柴油发电机组性能试验

应按TB/T 3488—2017中17.13.2、17.13.3、17.13.4的方法进行。

### 7.23.2 柴油机功率试验

在加载工况下, 通过测量主传动系统电功率, 推算得出柴油机的总功率。

## 7.24 混合动力系统匹配性试验

在混合牵引模式时检查各动力系统在不同档位下的功率输出是否满足要求。

试验时, 记录牵引电机电流/电压、动力系统电流/电压等参数, 计算输出功率。

## 7.25 牵引性能试验

### 7.25.1 总则

根据实际装车动力系统, 进行单一动力和混合动力牵引模式下的牵引性能试验。

### 7.25.2 最大起动牵引力试验

最大起动牵引力试验按TB/T 3540.2的方法进行。

### 7.25.3 牵引特性试验

牵引特性试验应按TB/T 3540.2的方法进行。

机车在试验线路施加牵引，检查牵引输出。

### 7.26 运用验证试验

运用验证里程不低于2500公里或6个月。

## 8 检验规则

8.1 每台机车都应进行检验，检验项目应符合附录C的规定。

8.2 机车的关键部件检验试验应符合附录D的规定。

## 9 标志、包装

### 9.1 铭牌

动力源系统改造机车应保留原制造铭牌，并在原制造铭牌附近增设动力源系统改造机车铭牌，铭牌内容应当包括改造企业名称、改造时间、动力源系统形式等信息。

### 9.2 标志

动力源系统改造机车应当在原车型号后增加“-NG”喷涂标志和动力源系统改造标志。

示例：

DF10DD机车动力源系统改造后的型号喷涂标志为DF10DD-NG。

动力源系统改造标志图例：



动力源系统改造标志的尺寸大小、颜色、位置应与机车型号喷涂标志协调。

### 9.3 包装

9.3.1 动力源系统改造机车出厂时应随车提供技术资料符合附录A的规定。

9.3.2 动力源系统改造机车交付时应提供关键部件、动力蓄电池系统和氢燃料电池系统的型式试验要求，应符合附录D的规定。

## 附 录 A

(规范性)

附带文件

随产品附带文件应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 随产品附带文件

对应条款编号	名称	内容
4.19	混合动力系统匹配性	混合动力系统功率匹配、动力制动能量回馈、动态充电性能
6.4.3	辅助供电性能	辅助电源输出品质、供电能力
6.6	牵引和动力制动特性	牵引力/动力制动力、速度、持续牵引力、持续速度、功率
6.10.1	柴油机性能	柴油机转速、装车功率、运用海拔、温度
6.11.2	动力蓄电池系统性能	动力蓄电池装车电量、充放电功率、电压、电流、温度、寿命
6.12.2	氢燃料电池系统性能	氢燃料电池装车功率、储氢量、氢气消耗率、电压、电流、温度、加卸载率

附 录 B  
(规范性)  
质量保证能力

B.1 人员要求

- B.1.1 高层管理人员：企业主管动力源系统改造业务的高层管理人员应具备相关铁路业务经历或相关铁路专业知识。
- B.1.2 技术管理人员：企业应具备电气、机械等专业技术管理人员。
- B.1.3 专业技术人员：企业应具备机电、焊接等专业技术人员，具备指导表B.1、表B.2、表B.3中相关专业设备操作的能力；
- B.1.4 技术操作人员：企业应具备包括机电、焊接、铆接、装配、调试等技术操作人员，具备满足表3、表4相关专业设备的操作能力。
- B.1.5 检验检测人员：企业应具备探伤、计量、理化等检验检测人员，具备满足表5相关专业设备的操作能力。

B.2 设备要求

- B.2.1 生产基础设施包括但不限于以下项点：
- a) 适宜的工作场地、环境条件、设施；
  - b) 符合规定要求的起重设施；
  - c) 适宜的供水、供电、供气设施；
  - d) 满足液压、气动、电气装置生产组装要求的专用场所；
  - e) 具备动力源改造机车落成要求的调试线路；
  - f) 材料、配件的存放应有专门的区域，满足相关规定的贮存条件和具有完备的防护措施；
  - g) 转运重要零部件的专用设备；
  - h) 其他重要设施。
- B.2.2 必备改造设备的分类为：
- a) 原材料下料、处理设备；
  - b) 焊接设备；
  - c) 表面处理设备。
- 必备改造设备要求见表B.1。

表 B.1 必备改造设备要求

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
1	原材料下料、处理设备			
1.1	开卷机	开卷材料厚度 0.5 mm~12 mm	预处理	预处理

表 B.1 必备改造设备要求（续）

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
1.2	滚平机	滚平材料厚度 0.8 mm~4 mm	调平	调平
1.3	校平机	校平精度 $\pm 0.3$ mm	调平	调平
1.4	平板机	校平精度 $\pm 0.3$ mm	下料	原材料下料
1.5	下料切割机	切割精度 $\pm 0.1$ mm~ $\pm 0.5$ mm	下料	原材料下料
1.6	型材剪切机	剪切精度 $\pm 0.5$ mm~ $\pm 2$ mm	下料	原材料下料
1.7	锯床	切割精度 $\pm 0.1$ mm~ $\pm 0.5$ mm	下料	原材料下料
1.8	板材数控拆弯机	角度精度 $\pm 0.1^\circ \sim \pm 0.5^\circ$	下料	原材料下料
1.9	管切割机床	切割精度 $\pm 0.1$ mm~ $\pm 0.5$ mm	下料	原材料下料
1.10	型材弯卷机	角度精度 $\pm 0.1^\circ \sim \pm 1^\circ$	下料	原材料下料
1.11	起重机/天车	起吊能力 $\geq 30$ t	下料	原材料下料
1.12	数控铣边机	坡口角度精度 $\pm 0.1^\circ \sim \pm 0.5^\circ$ 坡口直线度 $\pm 0.1$ mm/m~ $\pm 0.5$ mm/m 表面粗糙度 $\leq Ra6.4$	加工	加工
1.13	砂轮机	砂轮直径 $\geq 100$ mm	打磨	打磨
1.14	数控弯管机	最大弯曲角度 $\geq 190^\circ$	弯管	弯管
1.15	车床	螺纹精度 IT6~IT8 级	管路车丝	车丝
2	焊接设备			
2.1	CO <sub>2</sub> 气体保护焊机	功率 $\geq 10$ kW	车体焊接	车体钢结构焊接
2.2	三维划线仪	划线精度 $\leq 0.5$ mm	车体划线	车体钢结构加工
2.3	交流焊机	功率 $\geq 10$ kW	车体焊接	车体焊接
2.4	管焊机	焊接管材壁厚 $\geq 1$ mm	管子焊接	管子焊接
2.5	弧焊机	功率 $\geq 10$ kW	管子焊接	管子焊接
3	表面处理设备			
3.1	油漆喷涂间（底漆、中涂、面漆）	底漆：干膜厚度 $\geq 60$ $\mu$ m 中涂漆干膜厚度 $\geq 20$ $\mu$ m 面漆 $\geq 40$ $\mu$ m	油漆	油漆

表 B.1 必备改造设备要求（续）

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
3.2	车体喷砂间	喷砂压力 $\geq 0.2$ MPa	车体及小件喷砂	喷砂
3.3	涂装线升降台	满足机车整体涂装要求	升降台	油漆
4	其他重要设备			
4.1	调车机	功率 $\geq 300$ kW	调车	机车周转
4.2	电动卡套预装机	满足机车常用管径卡套式接头组装要求	卡套式管接头预装	卡套预装

## B.2.3 必备工艺装备的分类为：

- a) 管路制作工装；
- b) 组焊工装；
- c) 整车组装用台架；
- d) 线缆工具。

必备工艺装备要求见表B.2。

表 B.2 必备工艺装备要求

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
1	管路制作工装			
1.1	弯管模具	满足机车常用油、水、空气等管路折弯	管子成型	弯管
1.2	管路倒角机	满足机车常用油、水、空气等管路倒角加工	管子加工	弯管
1.3	管路焊接平台	满足机车常用油、水、空气等管路焊接	管子焊接	管子焊接
1.4	接头体焊接工装	满足机车常用油、水、空气等管接头焊接	管子焊接	管子焊接
1.5	管路存放周转车	满足机车管路临时存放及转运	管子周转	周转
2	组焊工装			
2.1	组焊平台	满足动力源系统室整体焊接要求	组焊	组焊
3	整车组装用台架			
3.1	顶盖组装工装	满足动力源系统室顶盖组装要求	顶盖组装	顶盖组装
3.2	机车水平组装台位	满足动力源系统改造机车整体组装需求	总组装	总组装

表 B.2 必备工艺装备要求（续）

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
3.3	吊具	承载能力 $\geq 10\text{ t}$	模块吊装、落车	总组装
3.4	架台车	承载能力 $\geq 20\text{ t}$	转运	转运
4	线缆工具			
4.1	线缆组装工装	满足机车常规线缆组装需求	压接线鼻子， 走线，布线	线缆组装
4.2	线缆盘旋转工装	满足机车常规线缆下线需求	下线	线缆下线

## B.2.4 必备检验试验设备的分类为：

- a) 理化检验设备；
- b) 计量设备；
- c) 无损检测设备；
- d) 部件试验设备；
- e) 整机试验设备；
- f) 其他重要试验设备。

必备检验试验设备要求见表B.3。

表 B.3 必备检验试验设备要求

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
1	理化检验设备			
1.1	硬度计	布氏硬度计（HB）： 精度 $\pm 3\%\sim\pm 5\%$ 洛氏硬度计（HR）： 精度 $\pm 0.5\text{HR}\sim\pm 1\text{HR}$ 维氏硬度计（HV）： 精度 $\pm 2\%\sim\pm 3\%$	材料试验	试验
1.2	金相显微镜	放大倍数 $\geq 50\times$	材料试验	试验
1.3	金相图像分析系统	放大倍数 $\geq 100\times$	材料试验	试验
2	计量设备			
2.1	扭矩扳子检定仪	范围 $3.0\text{ N}\cdot\text{m}\sim 2000.0\text{ N}\cdot\text{m}$ 精度 1.0 级	量具检测	检测
3	无损检测设备			
3.1	超声波探伤仪	探伤材料厚度 $\geq 1\text{ mm}$	无损检测	探伤

表B.3 必备检验试验设备要求（续）

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
3.2	磁粉探伤机	磁粉粒度 $\geq 100$ 目	无损检测	探伤
3.3	X射线探伤机	探伤材料厚度 $\geq 1\text{mm}$	无损检测	探伤
4	部件试验设备			
4.1	软管风压、水压试验台	满足机车常用风压、水压试验要求	软管试验	软管风压及水压试验
5	整机试验设备			
5.1	称重试验台	满足 TB/T 2782 机车称重试验台技术要求	整车称重试验	整车称重试验
5.2	管路泄漏检测装置	满足机车常用管路泄漏检查需求	管路泄漏试验	管路泄漏试验
5.3	淋雨试验台	满足 TB/T 2054 机车淋雨试验台的要求	淋雨试验	淋雨试验
5.4	机车限界装置	满足 GB 146.1 限界要求	机车限界检查	机车限界检查
6	其他重要试验设备			
6.1	耐压机	最高电压 $\geq 5\text{kV}$	耐压试验	耐压试验
6.2	绝缘电阻测试仪	绝缘电阻测试 $\geq 0.5\text{M}\Omega$	耐压试验	耐压试验
6.3	电源装置	输出功率 $\geq 5\text{kW}$	动车电源	库内动车
6.4	速度信号发生器	最高模拟速度 $\geq 120\text{km/h}$	提供速度信号	静态调试
6.5	充电机	满足机车用控制蓄电池充电需求	蓄电池充电	静态调试
6.6	数字钳形电流表	直流电压： 量程：1V~1000V 精度： $\pm 0.5\%$ ~ $\pm 1\%$ 交流电压： 量程：1V~1000V 精度： $\pm 1\%$ ~ $\pm 2\%$ 直流电流： 量程：0.1A~1000A 精度： $\pm 1.5\%$ ~ $\pm 2.5\%$ 交流电流： 量程：0.1A~1000A 精度： $\pm 1\%$ ~ $\pm 2\%$ 电阻： 量程：0.1 $\Omega$ ~100M $\Omega$ 精度： $\pm 1\%$ ~ $\pm 2\%$	测电流	静态调试

表B.3 必备检验试验设备要求（续）

序号	设备名称	设备技术要求	用途	工序
6.7	数字万用表	直流电压： 量程：200mV~1000V 精度：±0.5%~±0.1% 交流电压： 量程：200mV~750V 精度：±1%~±0.5% 直流电流： 量程：200 μA~10A 精度：±1%~±0.5% 交流电流： 量程：200 μA~10A 精度：±1.5%~±1% 电阻： 量程：200 Ω~200M Ω 精度：±0.5%~±0.1%	测电流、电压	静态调试
6.8	数字压力表	量程：100kPa~1500kPa 精度：±0.5% FS~±0.1% FS	测量压力	制动试验
6.9	地面直流充电桩	充电功率≥120kW	动力电池充电	充电试验

### B.3 质量保证体系要求

企业应构建完善的质量管理体系，企业的组织架构和职责分工清晰，设置质量管理部门并且有完备的质量管理团队，建立生产环境、设备、工具、工装、计量检定器具的管理制度和流程，具备检验、检定的操作管理标准，建立改造机车整车及零部件的一致性管理机制，覆盖配置结构、技术状态、工艺过程、质量控制全过程，建立供应链管理流程，对供应商提供的产品和生产过程进行质量监控，评价供应商的质量管理水平和能力，具备应对质量安全风险、隐患和突发质量事故的应急管理机制。

### B.4 运用维护体系要求

企业应构建完善的运用维护体系，具备完善的运用维护机构，成立专业化的运用维护团队，建立完整的运用维护体系制度，具备相应的程序文件、管理规章和服务手册，建立动态管理的产品零配件库，确保动力源改造更新零部件在机车寿命周期内的供应，长期保持运用维护专业技术培训与业务技能培训，提供及时、必要的调试服务与技术支持，具备机车寿命周期内的故障处置与运维服务能力。

附 录 C  
(规范性)  
整车检验项目

整车验证试验要求应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 整车检验项目

序号	检验项目		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
1	限界试验		6.1	7.2
2	称重试验		6.2	7.3
3	淋雨试验		6.3	7.4
4	安全措施检查		4.8 b)、4.11、6.10.8、6.11.6、 6.11.16、6.11.18、6.12.11、 6.12.12、6.12.14、6.12.15	7.5
5	安全设备检查		5.7	7.6
6	走行部安全 检查	基础制动装置、手制动机（停放制动） 状态及功能	5.3 e)	7.7
		撒砂管、牵引杆、扫石器、移频感应器 （若有）等安装状态	5.3 g)	
		齿轮箱、抱轴箱安装状态和抱轴瓦间隙	5.3 b)	
		牵引电机安装状态	5.3 f)	
		轮芯、轮箍弛缓线有无错位，机车分体 轮轮箍卡环有无开焊；	5.3 d)	
		走行部油位检查	5.3 h)	
7	绝缘试验		5.6 a)、6.7	7.8
8	网络控制系统试验		6.5	7.9
9	电气系统 保护试验	主电路的保护试验	6.4.1	7.10
		辅助电路的保护试验	6.4.2、6.4.3	
10	风源系统试验		5.5	7.11
11	静态制动性能试验		5.4 a)	7.12
12	停放制动试验		5.4 c)	7.13
13	辅助蓄电池及充电设备的检查		6.4.4	7.14

表C.1 整车检验项目（续）

序号	检验项目		技术要求对应条款	试验方法对应条款
14	动力制动性能试验		6.6	7.15
15	制动运行试验		5.4	7.16
16	辅助电气设备和辅助电源试验		6.5.3	7.17
17	温升试验		6.4.5、6.10.10	7.18
18	机车对外射频电磁骚扰试验		6.8	7.19
19	静电放电抗扰度试验		6.8	7.20
20	动力蓄电池系统试验	充放电试验	6.11.2	7.21
		保护功能试验	6.11.5	
21	氢燃料电池系统试验	系统工作状态检查	6.12.2	7.22
		系统急停保护试验	6.12.4	
		系统加减速试验	6.12.2	
		氢燃料电池功率试验	6.12.2	
		气密性试验	6.12.2	
		保压试验	6.12.2	
		尾排试验	6.12.18	
		氢气消耗率试验	6.12.2	
		冷却能力试验	6.12.21	
		功率随海拔修正	6.12.2	
22	柴油机动力系统试验	柴油机工作转速试验	6.10.1	7.23
		柴油机保护试验	6.10.1	
		柴油机工作状态检查	6.10.1	
		柴油机振动试验	6.10.1	
		柴油机功率试验	6.10.1	
		排放试验	6.10.2	
23	混合动力系统匹配性试验	混合动力系统匹配性试验	4.19	7.24
24	牵引性能试验		6.6	7.25
25	运用验证试验		6.13	7.26

**附 录 D**  
**(规范性)**  
**关键部件型式试验要求**

D.1 关键部件型式试验要求应符合表 D.1 的规定。

**表 D.1 关键部件型式试验要求**

序号	零部件名称	型式试验执行标准
1	动力蓄电池系统	TB/T XXXX《新能源机车车辆 新能源机车》
2	氢燃料电池系统	TB/T XXXX《新能源机车车辆 新能源机车》
3	柴油机	TB/T 2745《动力装置用柴油机认证试验》
		TB/T 3098《铁道动力装置用柴油机认证试验实施细则》
		TB/T 2783《牵引动力装置用柴油机排放试验》
4	牵引变流器	GB/T 25122.1《轨道交通 机车车辆用电力变流器 第1部分：特性和试验方法》
		GB/T 25117《轨道交通 机车车辆 牵引系统组合试验方法》
5	牵引电机	TB/T 3315《机车车辆电机 牵引电动机 异步牵引电动机》
		GB/T 25117《轨道交通 机车车辆组合试验 第3部分：间接变流器供电的交流电动机及其控制系统的组合试验》
6	微机网络控制系统	GB/T 25119《轨道交通 机车车辆电子装置》

D.2 动力蓄电池系统型式试验项目应符合表 D.2 的要求。

**表 D.2 动力蓄电池系统型式试验项目**

序号	型式试验项目	试验对象
1	外观检查	单体
2	极性检测	单体
3	外形尺寸及重量检测	单体
4	25℃放电性能试验	单体
5	低温放电性能试验	单体
6	高倍率放电性能试验	单体
7	室温荷电保持与容量恢复能力试验	单体
8	高温荷电保持与容量恢复能力试验	单体

表D.2 动力蓄电池系统型式试验项目（续）

序号	型式试验项目	试验对象
9	交流内阻测量	单体
10	直流内阻测量	单体
11	储存试验	单体
12	循环寿命试验	单体
13	强制放电试验	单体
14	过充电试验	单体
15	短路试验	单体
16	跌落试验	单体
17	加热试验	单体
18	挤压试验	单体
19	针刺试验	单体
20	温度循环试验	单体
21	低气压试验	单体
22	外观检查	系统
23	动力电缆和极性检测	系统
24	重量检测	系统
25	室温放电容量试验	电池包
26	无负载容量损失试验	电池包
27	储存中容量损失试验	电池包
28	直流内阻测量	电池包
29	外壳防护等级试验	系统
30	绝缘电阻测量	系统
31	介电强度试验	系统
32	电磁兼容试验	系统
33	冲击和振动试验	子系统
34	挤压试验	电池包
35	温度冲击试验	电池包

表D.2 动力蓄电池系统型式试验项目（续）

序号	型式试验项目	试验对象
36	交变湿热试验	电池包
37	外部火烧试验	电池包
38	盐雾试验	电池包
39	高海拔试验	电池包
40	过温保护试验	系统
41	过充电保护试验	系统
42	过放电保护试验	系统
43	过流保护试验	系统
44	短路保护试验	电池包
45	短路试验	电池包
46	线束短路试验	电池包
47	热扩散试验	电池包
48	总电压测量精度	BMS
49	总电流测量精度	BMS
50	单体电压测量精度	BMS
51	温度测量精度	BMS
52	SOC 估算	BMS
53	电池故障诊断试验	BMS
54	绝缘电阻测量	BMS
55	耐介电强度试验	BMS
56	电源电压变化试验	BMS
57	电源断电试验	BMS
58	电源过电压试验	BMS
59	低温试验	BMS
60	高温试验	BMS
61	交变湿热试验	BMS
62	低温存放试验	BMS

表D.2 动力蓄电池系统型式试验项目（续）

序号	型式试验项目	试验对象
63	随机振动试验	BMS
64	模拟长寿命试验	BMS
65	冲击试验	BMS
66	电磁兼容发射试验	BMS
67	电磁兼容抗扰度试验	BMS
68	外观和重量检测	BTMS
69	密封性试验	BTMS
70	淋雨试验	BTMS
71	绝缘电阻测量	BTMS
72	介电强度试验	BTMS
73	噪声试验	BTMS
74	冲击和振动试验	BTMS
75	控制系统功能试验	BTMS
76	高温试验	BTMS
77	低温试验	BTMS
78	交变湿热试验	BTMS
79	电磁兼容试验	BTMS

D.3 氢燃料电池系统型式试验项目应符合表 D.3 的规定。

表 D.3 氢燃料电池系统型式试验项目

序号	型式试验项目
1	组件级别测试
2	一般检查
3	称重
4	通讯网络试验
5	绝缘电阻测量
6	介电强度测试
7	关键零部件试验
8	稳定运行试验
9	动态响应试验

表D.3 氢燃料电池系统型式试验项目（续）

序号	型式试验项目
10	极化曲线测试
11	负荷曲线测试
12	氢气泄漏试验
13	极限强度压力试验-氢气
14	极限强度压力试验-冷却液
15	可燃浓度试验
16	温升试验
17	耐久性试验
18	异常情况下的安全试验
19	氢排放测量
20	冲击和振动试验
21	低温试验
22	高温试验
23	高湿度试验
24	防护等级试验
25	高海拔试验
26	盐雾试验
27	噪声试验
28	电磁兼容试验
29	外观检查和尺寸检查
30	称重
31	介电强度
32	气密性试验
33	压力试验
34	FCPS 入口氢气调节试验
35	PRV 保护试验
36	功能试验
37	通讯试验
38	电磁兼容试验
39	防护等级试验

表D.3 氢燃料电池系统型式试验项目（续）

序号	型式试验项目
40	高低温试验
41	湿热试验
42	冲击和振动试验
43	盐雾试验
44	主关断阀试验

\_\_\_\_\_

# 铁道行业标准《内燃机车动力源系统改造技术规范》

(征求意见稿)

## 编制说明

### 1 工作简况

#### 1.1 编制依据

根据国家铁路局技术项目计划的要求，由铁路行业内燃机车标准化技术委员会归口，并由中车资阳机车有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车戚墅堰机车有限公司和中车大连机车研究所有限公司共同起草《内燃机车动力源系统改造技术规范》。

本标准为首次制定。

#### 1.2 制修订本标准的必要性

在“碳达峰、碳中和”以及加快建设制造强国、交通强国、数字中国、美丽中国等国家战略提出后，采用动力蓄电池系统、氢燃料电池动力系统的新能源机车已得到较为广泛的应用。2024年9月，国家铁路局印发《老旧型铁路内燃机车淘汰更新监督管理办法》（国铁设备监规〔2024〕24号），要求“尚未达到报废运用年限且有改造价值的老旧型铁路内燃机车，在履行相关手续的基础上可实施新能源改造”。

目前，随着老旧型铁路内燃机车淘汰更新有序推进，大量用户提出了改造需求，部分企业也开始着手进行改造相关工作，为避免产生因改造企业技术水平差异及改造要求不统一而造成安全隐患，亟需制定内燃机车动力源系统改造技术标准，用以指导和规范内燃机车动力源系统改造工作有序推进。

#### 1.3 编制过程

在本标准的编制过程中，完成了大量的基础研究和编写工作。本标准编制过程概要如下：

（1）标准计划下达后，在标委会组织下，中车资阳机车有限公司、中车大连机车车辆有限公司、中车戚墅堰机车有限公司等单位成立了标准起草组，对既有内燃机车改造方案、新能源机车设计方案及运用情况等情况进行了调研，收集了相关技术资料，形成了本标准的草案。

（2）标准起草组对前期工作和标准草案深入讨论研究后，2025年4月形成了本标准的征求意见稿。

### 2 编制原则

2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。

2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。

2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。

2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

### 3 主要内容

3.1 本标准规定了内燃机车动力源系统的改造原则、改造前机车状态要求、改造机车状态要求、检查与试验、检验规则、标志、包装；适用于标准轨距内燃机车动力源系统改造，其他轨距内燃机车动力源系统改造可参照执行。

**3.2** 本标准主要技术要求包括内燃机车改造前车体、钩缓装置、转向架、制动系统、风源系统、电气部件、机车安全设施及措施的要求，动力源改造机车尺寸、重量、淋雨、电气系统、微机网络控制系统、牵引和动力制动特性、电气绝缘、电磁兼容、结构强度、柴油机动力系统、动力蓄电池系统、氢燃料动力系统的要求。

**3.3** 本标准符合法律、行政法规的规定。

**3.4** 本标准依据《交流传动内燃机车》（TB/T 3488-2017），结合新能源机车及既有动力源系统改造机车的应用实际编制。

**3.5** 经起草组研究分析，没有与本标准相关联的国铁集团企业标准和标准性技术文件。

**3.6** 经起草组分析研究，与本标准主要技术内容相关联的现行行业标准有《交流传动内燃机车》（TB/T 3488-2017），其对比情况见表 1。

表1 与《交流传动内燃机车》（TB/T 3488—2017）的重要技术差异

序号	TB/T 3488—2017	本标准	说明
1	<p>5.1.2 机车的防火要求如下：</p> <p>a) 机车上应采用非延燃性材料和防火材料，并符合 TB/T 3138 的规定；</p> <p>b) 机车应采用低卤低烟阻燃或低卤低烟耐火电线、电缆；</p> <p>c) 机车应配有灭火装置。</p>	<p>4.7 动力源系统改造机车的防火要求如下：</p> <p>a) 应采用非延燃性材料和防火材料，并符合 TB/T 3138 的规定；</p> <p>b) 应配有灭火装置；</p> <p>c) 应在动力源系统等关键位置设置烟雾报警等火灾自动报警装置，并具备声、光报警功能。</p> <p>d) 应采用低卤低烟阻燃、低卤低烟耐火电线电缆或无卤低烟阻燃、无卤低烟耐火电线电缆。</p>	<p>机车动力源系统改造新增了动力源系统，故增加动力源系统烟雾报警及火灾报警装置要求。</p>
2	<p>6 车体</p> <p>6.1 车体宜采用焊接结构。</p>	<p>5.1 车体</p> <p>车体应满足以下要求：</p> <p>a) 钢结构母材及焊缝不应有开裂，腐蚀面积不应超过原构件相应面积的 40%或腐蚀深度不应超过 30%；</p> <p>b) 机车各梁、立柱、梁板无变形及裂纹，车体侧壁外表面内平面度不大于 5 mm/m<sup>2</sup>；</p> <p>c) 牵引梁前后从板座无变形；</p> <p>d) 排障器各板外观平整、无裂纹，安装牢固。</p>	<p>动力源系统改造机车车体参照机车大修后提要求。</p>
3	<p>7 钩缓装置</p> <p>7.1 端部车钩应能与 TB/T 2950、TB/T 3044、TB/T 3046 规定的各型车钩相连挂，有特殊要求时由供需双方协商确定。</p>	<p>5.2 钩缓装置</p> <p>钩缓装置应满足以下要求：</p> <p>a) 钩缓装置功能正常；</p> <p>b) 提钩杆功能正常。</p>	<p>动力源系统改造不涉及钩缓装置，因此，仅对其进行功能检查。</p>
4	<p>8 转向架</p> <p>8.1 转向架与车体有良好的耦合关系，能通过悬挂系统抑制冲击和振动激扰对车体的影响。</p>	<p>5.3 转向架</p> <p>转向架应满足以下要求：</p> <p>a) 构架主梁母材及焊缝不应有裂纹、开焊，螺纹孔状态良好。</p> <p>b) 齿轮箱、抱轴箱无裂纹及变形；</p>	<p>为保证内燃机车动力源改造后的运行安全及可靠性，按大修后状态对转向架提功能及状态要求。</p>

序号	TB/T 3488—2017	本标准	说明
		c) 轴箱体、轴箱拉杆和轴箱弹簧无裂纹； d) 车轴、车轮无裂纹，轮芯、轮箍防迟缓状态良好，螺纹孔状态良好； e) 基础制动装置状态良好； f) 牵引电机安装状态良好； g) 各油位正常。	
5	10 微机网络控制系统 10.1 机车上设有微机网络控制系统，系统应具有在正常条件下的方向、牵引电传动系统、制动系统、辅助系统、重联等的逻辑判断、控制和状态监视功能。系统可在保护发生后将机车投入到特定的工作状态。 10.2 微机网络控制系统应符合 GB/T 28029.1、GB/T28029.2 的规定。 10.3 微机网络控制系统应具有冗余功能。 10.4 微机网络控制系统应具有诊断功能。	6.5 微机网络控制系统 6.5.1 微机网络控制系统应符合 GB/T 25119 的规定，具备逻辑判断、控制和状态监视功能。牵引电传动系统应具有明显的高压警示标志、高压指示灯等，并设置必要的安全联锁措施。 6.5.2 微机网络控制系统、牵引电传动系统及机车辅助系统应具有故障保护功能，包括但不限于：短路、接地、过载、过流、过压、欠压、过热、超速、空转、滑行等保护，并在司机室微机显示屏上显示故障内容。	GB/T 28029.1、GB/T28029.2 主要是机车微机通讯方式的规定，GB/T 25119 是对电气器件的通用规定。 动力源系统改造需要对机车微机进行更新，根据实际情况，不对微机通讯方式进行统一规定。
6	15 安全设施及措施	5.7 安全设施及措施 机车安全设施及措施应满足以下要求： d) 机车风笛和电笛（若有）功能正常； e) 前照灯、标志灯和辅助照明灯（若有）功能正常； f) 机车警惕功能（若有）是否正常。	动力源系统改造未对原车安全设施及措施进行改变，因此，仅要求原车功能正常。
7	15.1 机车应具有司机自动警惕功能。		
8	15.2 机车应设置高低音风笛，其性能应符合TB/T 3051.2 的规定。		
9	15.3 前照灯照度应符合TB/T 2325.1 的规定，辅助照明灯和标志灯应符合TB/T 2325.2 的规定。		
10	15.4 机车应有各种警告标志，如最高运行速度值、紧急制动装置、带高电压的电气设备、消防器材等 17.16.3 牵引运行试验 在供需双方确定的具有低温环境条件的线路和牵引负载条件下进行运行试验。	7.26 运用验证试验 运用验证里程不低于 2500 公里或 6 个月。	增加改造机车实际运用要求，确保安全可靠。

序号	TB/T 3488—2017	本标准	说明
11	<p>17.18 安全设备检查</p> <p>检查机车安全设备能否正确动作，至少包括：</p> <p>a) 司机警惕装置检查。</p> <p>b) 型式检验时，音响告警装置检查按照 TB/T 3051.2 的试验方法进行；出厂检验时，检查装置是否正常工作。</p> <p>c) 型式检验时，前照灯、辅助照明灯和标志灯检查按照 TB/T 2325.1、TB/T 2325.2 的试验方法进行；出厂检验时，检查装置是否正常工作。</p>	<p>7.6 安全设备检查</p> <p>机车安全设备检查至少包括：</p> <p>d) 检查风笛和电笛（若有）是否正常工作；</p> <p>e) 检查前照灯、辅照灯（若有）和标志灯是否正常工作；</p> <p>f) 司机警惕装置检查（若有）。</p>	<p>动力源系统改造未涉及警惕装置、音响告警装置、灯具等，因此简化安全检查的方法要求，只要求检查功能是否正常。</p>
12	<p>18.2 型式检验</p> <p>对机车基本参数、结构、性能等是否符合设计要求所进行的全面考核检验。原则上对指定设计的单台机车进行型式检验。</p>	<p>8.2 机车的关键部件检验试验应符合附录 D.1 的规定。</p>	<p>根据机车动力源改造的特点，对关键零部件的型式试验提出要求。</p>

## 4 关键指标

4.1 关于被改造内燃机车年限“运用年限不应超过 20 年”，动力源系统改造后机车“运用年限与原运用年限累加计算，总计不超过 30 年”，主要是根据市场调研信息，目前运用年限在 20 年以内的内燃机车超过 45%，为最大可能节约社会资源，使动力源系统改造机车具有一定价值；同时除动力源系统相关必要设备改造替换外，其余主要结构如车架、司机室、转向架、制动系统等仍能沿用，使动力源系统改造机车具有延用价值并保证机车安全可靠，因此规定被改造机车的年限“不超过 20 年”。

4.2 参考新能源机车规定，以轮周功率划分动力源系统改造机车的功率等级，且明确“1000kW 以下轮周功率内燃机车应改造为 1000kW 功率等级动力源系统改造机车，1000kW~2000kW 轮周功率内燃机车应改造为 2000kW 功率等级动力源系统改造机车，2000kW~3000kW 轮周功率内燃机车宜改造为 3000kW 功率等级动力源系统改造机车。”

4.3 内燃机车进行动力源系统改造，增加了牵引变流系统、辅助变流系统、动力电池系统等主要部件，对机车微机的通讯需求、输入输出点位等需求增加，通常情况下原内燃机车的微机系统不满足新能源机车的微机系统需求，需要更换微机系统，因此，增加微机网络控制系统应符合 GB/T 25119 的规定。

4.4 内燃机车进行动力源系统改造后，机车电气系统特别是主传动系统有了根本变化，以交流电源为主，因此，明确机车电磁兼容技术要求应符合 GB/T 24338.3 和 GB/T 24338.4 的规定，且承受静电放电时的抗扰度应满足 GB/T 17626.2—2018 中第 9 章的要求。

4.5 动力源系统改造虽然不对机车主体结构进行变化，但需要在原车体结构上安装、焊接新设备，为保证安全及可靠性，明确要求机车结构部件的强度应符合 TB/T 3548 的规定。

4.6 为保证动力蓄电池系统作为机车主要动力源的可靠性，根据实际应用实践经验，规定了动力电池在极寒及极热环境下，通过热保障系统提供制冷/热后，磷酸铁锂动力蓄电池系统应具有持续 1C 的放电能力且持续放电时间不低于 30 分钟，钛酸锂动力蓄电池系统应具有持续 2C 的放电能力且持续放电时间不低于 15 分钟。

4.7 氢燃料动力系统作为近年来新能源的主要发展方向之一，可以实现零排放，但由于氢燃料的安全风险较大，因此参照其他行业应用经验并结合轨道交通实际对氢燃料电池安全保护、泄漏检查、加氢防护、尾排要求进行了规定。

4.8 动力源系统改造机车增加了多种新型动力源系统，以及牵引、辅助等设备，需要对机车微机网络控制系统进行试验，确保功能可靠，因此，增加了“网络控制系统试验”。

4.9 由于内燃机车动力源系统改造不会改变车体钢结构、转向架、司机室及制动系统主体结构，因此，删除了不受改造影响的动力学性能试验、动强度试验、

曲线几何通过能力试验、低温试验、司机室噪声试验、起吊能力试验、挠性系数试验、重联功能试验及黏着性能试验。由于冷却系统试验在各自动力源系统中均有明确要求，因此，在本标准中不再重复要求。

**4.10** 考虑到内燃机车动力源系统改造具体情况，一种是针对运用年限较短的内燃机车，只进行动力源系统改造，不涉及不改造部件的修复，此时，对“改造前机车状态要求”及“改造机车状态要求”的检查和试验可按改造前后顺序进行；另一种是针对运用年限较长的内燃机车，通常动力源系统改造与不改造部件的修复同时进行，这种情况下，在机车改造及修复都完成后，统一进行“改造前机车状态要求”及“改造机车状态要求”的检查与试验。

**5 有无重大分歧意见**

无。

**6 强制或推荐、废止、公开建议**

**6.1** 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

**6.2** 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

**6.3** 本标准未识别出相关专利。

**7 其他应予说明的事项**

无。

标准起草组  
2025年4月