

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

# 团 体 标 准

T/CCTAS XX—XXXX

## 氢燃料混合动力机车 技术条件

Hydrogen fuel cell hybrid locomotive technical conditions

草案版次选择

(本草案完成时间: X)

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 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 运用条件 .....	2
5 机车总体要求 .....	3
6 车体 .....	4
7 钩缓装置 .....	4
8 转向架 .....	4
9 司机室 .....	4
10 微机网络控制系统 .....	5
11 牵引电传动系统 .....	5
12 动力系统 .....	5
12.1 一般规定 .....	5
12.2 氢燃料电池系统 .....	5
12.3 储氢系统 .....	6
12.4 储能系统 .....	6
13 制动及风源系统 .....	6
14 安全装置及措施 .....	6
15 检查与试验 .....	7
15.1 载荷状态 .....	7
15.2 限界检查 .....	7
15.3 挠性系数试验 .....	7
15.4 起吊能力试验 .....	7
15.5 称重试验 .....	7
15.6 绝缘试验 .....	7
15.7 风源系统试验 .....	7
15.8 静态制动性能试验 .....	8
15.9 静态制动传动效率和制动率试验 .....	8
15.10 停放制动试验 .....	8
15.11 控制蓄电池及充电设备的检查 .....	8
15.12 重联控制功能试验 .....	8
15.13 动力系统性能试验 .....	8
15.13.1 一般要求 .....	8
15.13.2 动力系统启停试验 .....	8

15.13.3	动力系统保护试验	8
15.13.4	储能系统充放电试验	8
15.13.5	氢燃料电池系统功率试验	8
15.13.6	耗氢率(量)及氢燃料电池系统效率试验	9
15.14	淋雨试验	9
15.15	司机室噪声试验	9
15.16	低温试验	9
15.16.1	动力系统启动性能试验	9
15.16.2	司机室温度试验	9
15.16.3	牵引运行试验	9
15.17	安全措施检查	9
15.18	安全设备检查	9
15.19	牵引特性试验	10
15.19.1	最大起动牵引力试验	10
15.19.2	牵引特性试验	10
15.20	黏着性能试验	10
15.21	起动加速性能试验	10
15.22	动力系统功率随海拔高度修正试验	10
15.23	动力系统额定性能试验	10
15.24	电阻制动性能试验	10
15.25	制动运行试验	10
15.26	温升试验	10
15.27	动力学性能试验	10
15.28	动强度性能试验	10
15.29	曲线几何通过能力试验	11
15.30	机车对外射频电磁骚扰试验	11
15.31	静电放电抗扰度试验	11
15.32	电气系统的保护试验	11
15.32.1	一般要求	11
15.32.2	主电路的保护试验	11
15.32.3	辅助电路的保护试验	11
16	检验规则	11
16.1	出厂检验	11
16.2	型式检验	11
附录 A (规范性)	整车试验项目	12

## 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中车大同电力机车有限公司提出。

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：中车大同电力机车有限公司、内蒙古中电物流路港有限责任公司铁路运输分公司、国家铁路局装备技术中心机车车辆研究所、西南交通大学、北京交通大学、国家电投集团氢能科技发展有限公司、中车戚墅堰机车有限公司、北京北交新能科技有限公司、内蒙古中电物流路港有限责任公司赤峰铁路分公司、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：仝雷、张聪慧、王文、王旭海、韩冰、周志国、刘永鹏、王永清、孔维生、王亢、郭艺丹、龙时丹、秦壮壮、陶诗涌、吴健、张维戈、韩立勇、孙振兴、黄贵、李军、李军、马泽宇、关海军、张小珂、李澳、刘森源、王睿。



# 氢燃料电池混合动力机车 技术条件

## 1 范围

本文件规定了氢燃料电池混合动力机车的运用条件、机车总体要求、车体、钩缓装置、转向架、司机室、微机网络控制系统、牵引电传动系统、动力系统、制动及风源系统、安全装置及措施、检查与试验、检验规则。

本文件适用于轨距为1435 mm，由氢燃料电池混合动力系统提供动力的机车（以下简称机车）。

## 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 50090 铁路线路设计规范
- GB/T 3314 内燃机车通用技术条件
- GB/T 3317 电力机车通用技术条件
- GB/T 3450 铁道机车和动车组司机室噪声限值及测量方法
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求（IEC 60079-0：2007，MOD）
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）（IEC 60529：2013，IDT）
- GB/T 5599—2019 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
- GB/T 5914.1 机车司机室 第1部分：瞭望条件
- GB/T 6769 机车司机室布置规则
- GB/T 6770 机车司机室特殊安全规则
- GB/T 16904.1 标准轨距铁路机车车辆限界检查 第1部分：检查方法
- 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（IEC 61000-4-2：2008，IDT）
- 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（IEC 60077-1：2017，MOD）
- GB/T 21413.2 轨道交通 机车车辆电气设备 第2部分：电工器件 通用规则
- GB/T 21413.3 铁路应用 机车车辆电气设备 第3部分：电工器件 直流断路器规则
- GB/T 21413.4 铁路应用 机车车辆电气设备 第4部分：电工器件 交流断路器规则
- GB/T 21413.5 铁路应用 机车车辆电气设备 第5部分：电工器件 高压熔断器规则
- GB/T 21414 轨道交通 机车车辆 电气隐患防护的规定
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- 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 24548 燃料电池电动汽车 术语
- GB/T 24554—2022 燃料电池发动机性能试验方法
- GB/T 25119 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 25319—2010 汽车用燃料电池发电系统 技术条件
- GB/T 26779 燃料电池电动汽车加氢口
- GB/T 26990 燃料电池电动汽车 车载氢系统 技术条件

- GB/T 28029 轨道交通电子设备 列车通信网络 (TCN) (所有部分)
- GB/T 32350.1 轨道交通 绝缘配合 第1部分:基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离 (IEC 62497-1:2010, MOD)
- GB/T 34571 轨道交通 机车车辆布线规则
- GB/T 35544 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶
- GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- TB/T 456.2—2019 机车车辆自动车钩缓冲装置 第2部分:自动车钩及附件
- TB/T 1508 机车电气屏柜
- TB/T 1740 机车车辆重量测定方法
- TB/T 2054 机车淋雨试验方法
- TB/T 2056.1—2019 机车制动机 第1部分:电空制动机
- TB/T 2056.3—2019 机车制动机 第3部分:空气制动机
- TB/T 2325.1 机车车辆试听警示装置 第1部分:前照灯
- TB/T 2325.2 机车车辆试听警示装置 第2部分:辅助照明灯和标志灯
- TB/T 3051.2 机车、动车组用电笛、风笛 第2部分:风笛
- TB/T 3138 机车车辆用材料阻燃技术要求
- TB/T 3139 机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量
- TB/T 3312—2013 机车转向架构架
- TB/T 3343 微机控制的机车制动系统单机试验及评定
- TB/T 3355 轨道几何状态动态监测及评定
- TB/T 3422 机车车辆转向架 机车转向架
- TB/T 3487 交流传动电力机车
- TB/T 3540.2—2021 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 3549.1 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 转向架 第1部分:转向架构架

### 3 术语和定义

GB/T 3317、GB/T 3314、GB/T 24548、GB/T 26990界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**氢燃料电池混合动力系统 Hydrogen fuel cell hybrid system**

为机车提供能量和动力的系统,由氢燃料电池系统、储氢系统和其它储能系统(如电池或超级电容等)以及辅助系统组成,简称动力系统。

#### 3.2

**氢燃料电池混合动力机车 Hydrogen fuel cell hybrid locomotive**

由氢燃料电池混合动力系统提供动力输出的机车。

### 4 运用条件

#### 4.1 环境条件

机车在下列环境条件下应能正常工作

- 周围空气温度在 $-25^{\circ}\text{C}$ ~ $+40^{\circ}\text{C}$ 之间;
- 相对湿度小于或等于95%(该月月平均最低温度为 $25^{\circ}\text{C}$ );
- 海拔不超过1400m;
- 机车应能承受风、沙、雨、雪的侵袭。

超出以上规定的特殊环境条件由供需双方协商确定。

#### 4.2 线路条件

线路条件符合GB 50090的规定。

## 5 机车总体要求

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 机车上各种设备、零部件应按经规定程序批准的图样和技术文件制造，并应符合有关标准的规定，经检验合格后方可装车。
- 5.1.2 机车上各种设备的配置应有良好的可接近性，便于检修和成组吊装。各设备之间不应存在影响正常工作的不利因素。
- 5.1.3 同型号机车的相同组件、零部件和管阀件应能互换。
- 5.1.4 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。
- 5.1.5 机车应采用无卤低烟阻燃或无卤低烟耐火电线电缆。
- 5.1.6 机车布线应符合 GB/T 34571 的规定。
- 5.1.7 机车的安全保护接地应符合 GB/T 21414 的规定。
- 5.1.8 内饰材料及室内空气有害物质限量应符合 TB/T 3139 的规定。
- 5.1.9 机车应具有火灾检测和报警的功能。
- 5.1.10 机车应具有氢气泄露监测和报警功能。
- 5.1.11 机车应设有架车支座、整车起吊装置、车体和转向架之间的连接装置，以便于救援起吊。
- 5.1.12 机车设备间、走廊照明良好，并设有检查用行灯插座。
- 5.1.13 机车内各电气屏柜应符合 TB/T 1508 的规定。
- 5.1.14 机车的进风口应有滤清设施及防护装置。
- 5.1.15 压缩空气源应有空气净化、干燥装置。
- 5.1.16 机车用电气设备应符合 GB/T 21413.1~GB/T 21413.5 的相关规定。
- 5.1.17 机车应在适当位置设置氢气加注口，加注口参照 GB/T 26779 相关要求。机车宜在适当位置设置储能系统充电接口。
- 5.1.18 机车所有电气装置应有清晰牢固的中文名称或代号标志。

### 5.2 基本性能要求

#### 5.2.1 尺寸要求

机车尺寸应满足如下要求：

- 机车外限尺寸应符合 GB 146.1 的有关规定；
- 机车车钩中心线距离轨面高度为  $880 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ ；
- 机车轮对内侧距为  $1353_{-3}^{+1} \text{ mm}$ 。

#### 5.2.2 速度

机车构造速度不应低于  $80 \text{ km/h}$ 。

#### 5.2.3 设备的耐振动和耐冲击性能

机车车载设备的耐振动和耐冲击性能应符合 GB/T 21563 的规定。

#### 5.2.4 重量

机车在全整备状态下：

- 机车总重的允差  $^{+3}_{-1}\%$ ；
- 同一机车每个动轴的实际轴重与该机车平均轴重之差不超过实际平均轴重的  $\pm 2\%$ ；
- 最大轴重与线路允许值之差不应超过线路允许值的  $1\%$ ；
- 每个车轮轮重与该轴两轮平均轮重之差不超过该轴两轮平均轮重的  $\pm 4\%$ 。

#### 5.2.5 曲线几何通过能力

机车应以  $5 \text{ km/h}$  速度安全通过半径  $125 \text{ m}$  的曲线，并应能在半径  $250 \text{ m}$  的曲线上进行正常摘挂作业。

### 5.2.6 动力学性能

机车的动力学性能，应符合GB/T 5599-2019的要求。

### 5.2.7 平直道上紧急制动距离

机车以最高速度运行于平直道上时单纯施行空气紧急制动，应满足TB/T 3487中的要求。

### 5.2.8 牵引和再制动特性

机车在各种工况下的牵引特性、电气制动特性应满足产品设计任务书的要求。

### 5.2.9 电气绝缘

机车在布线与设备安装完成后，各电路应分别进行绝缘耐受电压试验，试验中不应发生高压端对地放电或击穿等异常现象。

### 5.2.10 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，符合GB/T 24338.3和GB/T 24338.4的规定，且承受静电放电时的抗干扰度应符合GB/T 17626.2-2018第9章的规定。

## 6 车体

6.1 车体宜采用焊接结构。

6.2 如无特殊规定，车体承载能力应符合TB/T 3548的规定。

6.3 机车应设高度可调整的排障器和扫石器，车体排障器应能承受相当于静压力140kN的纵向冲击力。

6.4 司机室上车扶手的最低处距柜面高度应不低于1300mm。车体的第一级脚踏距轨面应尽量接近限界允许的最低高度。脚踏板应防滑。

6.5 走台板或通道地板应有防滑措施。

## 7 钩缓装置

7.1 端部车钩应能与连接轮廓尺寸应符合TB/T 456.2-2019的相关规定，有特殊要求时由供需双方协商确定。

7.2 缓冲器应根据机车运用条件进行匹配设计。

## 8 转向架

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对车体的影响。

8.2 在设计转向架紧固件时，冲击载荷及强度评价方法可参照UIC 615-1。

8.3 构架应符合TB/T 3549.1、TB/T 3422的规定。

## 9 司机室

9.1 司机室内设备的布置应符合人机工程原理且应满足单司机操作的要求。

9.2 司机室的空间应符合GB/T 6769的规定。

9.3 司机室应设取暖、风扇和空调装置，在夏季运行时，司机室平均温度不高于30℃，在冬季运行时，司机室平均温度不低于18℃。

9.4 司机室相关安全规则符合GB/T 6770的规定。

9.5 司机室瞭望条件符合GB/T 5914.1的规定。

9.6 司机室内部噪声符合GB/T 3450的规定。

9.7 司机室与动力系统安装位置侧满足防火结构要求，防火墙防火性能应满足技术规范或相关标准的要求，以保证火灾发生时乘务人员有足够的紧急逃生时间。

## 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、动力系统、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 微机网络控制系统宜符合 GB/T 28029 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。

## 11 牵引电传动系统

11.1 牵引电动机及主电路各主要设备的温升满足相关技术规范要求。

11.2 牵引电传动系统在各种工况下均有完善而可靠的故障保护功能，包括但不限于：短路、断路、接地、过载、过流、过压、欠压、过热、超速、空转、滑行等，并在司机室显示屏上显示故障内容提示。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。

11.3 牵引电传动系统应具有明显的高压警示标识、高压指示灯，注明只有专业人员可以打开的标识等，并设置必要的安全联锁机构。

## 12 动力系统

### 12.1 一般规定

12.1.1 应通过预加热或冷却等方式，满足机车工作环境的需求。

12.1.2 所使用材料及冷却液等需满足安全环保（标准要求）的要求。

12.1.3 控制器应符合 GB/T 25119 的规定，并通过网络总线与整车控制网络连接，发送相关状态与控制数据，总线应符合 GB/T 28029 的要求。

12.1.4 当系统内部冷却液泄漏或外部淋雨时，不应导致对车辆内外的任何人构成危险的电位或电流、气体或液体排放、火焰或爆炸。

12.1.5 设计、安装应避免电气绝缘失效。系统绝缘配合应满足 GB/T 32350.1 的规定。

12.1.6 应有短路及漏电保护装置，应能自动切断系统总输出。

12.1.7 动布置安装应将零部件尽可能集中布置，并应按照功能进行分区域布置。

12.1.8 防水、防尘要求应满足 GB/T 4208 规定的 IP67 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。

### 12.2 氢燃料电池系统

12.2.1 宜采用质子交换膜燃料电池（PEMFC），系统包括至少一个电堆，以及燃料供应系统、氧化剂供应系统、热管理系统、自动控制系统和功率调节系统等，系统符合 GB/T 25319—2010 的要求。

12.2.2 性能应符合技术要求规定，并按 GB/T 24554—2022 中规定的试验方法，对系统的起动、运行、动态响应、停机等工况进行试验，试验结果满足氢燃料电池系统技术条件要求。

12.2.3 供应商应提供效率曲线，最高效率不应低于 45%。

12.2.4 应具有氢气泄露监测和报警功能，并根据报警等级实施分级保护措施，最高报警等级需关闭系统。

12.2.5 应具有火灾监测和报警功能。

12.2.6 应能对内部各压力、温度、流速、电压、电流等信号均有监测功能，并由系统控制器对各信号进行处理或报警，系统严重故障时应能自动停机。

12.2.7 尾气排放口应直接通往车外大气，且在尾气排放口附近 1m 范围内无电火花等风险。

12.2.8 发热部件外壳应设有“小心烫伤”的警示标识。

12.2.9 宜安装减震装置，以降低受机车振动的影响。

12.2.10 散热器热风出风口应避免热风直接吹到车外人员或影响其它设备的运行。

12.2.11 各旋转轴等旋转部件不能直接暴露，或在直接暴露旋转部件的环向位置安装保护装置，避免因设备异常导致飞出的物体直接损伤设备或人员。

12.2.12 安全性符合 GB/T 25319—2010 中 4.2 项要求。

### 12.3 储氢系统

12.3.1 应采用高压储氢瓶存储氢气，储氢瓶应符合特种设备管理相关条例及 GB/T 35544 的要求。

12.3.2 设计应最大限度减少高压氢气管路连接点的数量，从设计上保证管路连接点施工方便、密封良好、易于检查和维修。

12.3.3 应设置直通车外的氢气排放口，可通过手动控制排放氢气。

12.3.4 安装在外露空间时，应采取有效防护手段，避免阳光直射和异物飞溅对储氢气瓶及管路造成影响；如安装在封闭或半封闭的空间内时，应采用设置排放孔，或强制通风方式与外部进行充分换气。储氢系统不宜安装在机车车底。

12.3.5 应在适当位置以及可能发生泄漏的部位，合理地设置氢气泄露探测器，能实时检测氢气的泄露浓度，并将信号传递给报警装置。

12.3.6 系统组装完成后应进行泄露试验检测，以防氢气泄露。

12.3.7 车载氢气品质应符合 GB/T 37244 的要求。

12.3.8 系统和管路安装应远离热源，且应与储能系统和高压电保持隔离；如在靠近储氢系统空间内安装电器，则电器应符合 GB/T 3836.1 中 II 类设备的防爆安全规定。

12.3.9 机车加氢口应满足以下要求：

- a) 加氢口宜设置在机车侧面，安装位置具有良好的通风条件；
- b) 加氢口应具有能够防止尘土、液体和污染物等进入的防护盖。加氢口旁边应注明加氢口的最大加注压力；
- c) 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；
- d) 加氢口的性能应符合 GB/T 26779 相关规定。

12.3.10 系统可能排出或泄漏出氢气的出口应远离产生火花或高热的器件。

12.3.11 氢系统其他安全性应满足 GB/T 26990 相关要求。

### 12.4 储能系统

12.4.1 宜采用锂电池或超级电容等储能形式。

12.4.2 应以模组形式安装于相应的柜体内，并能对模组进行独立的拆装及维护。

12.4.3 应在其模组及高压电部位设置防护装置，以免操作人员误碰。应在箱体外部显眼处粘贴“高压危险”标识。

12.4.4 应具有火灾报警功能。

12.4.5 应设置防护措施，宜安装在箱体内，避免人员与带电部位直接接触，避免异常撞击。可能产生气体或发生爆炸的部件应设置防爆排气装置，当气体压力过高时能自动泄压。

## 13 制动及风源系统

13.1.1 机车总风缸压力和容积、空气压缩机性能应满足设计要求，压缩空气应有空气净化装置。

13.1.2 空气压力调节器开断压力值为  $900\text{ kPa} \pm 20\text{ kPa}$ ，闭合压力值为  $750\text{ kPa} \pm 20\text{ kPa}$ ，安全阀动作压力值为  $950\text{ kPa} \pm 20\text{ kPa}$ 。空气压力调节器和安全阀的动作应准确可靠。

13.1.3 可根据设计需求或用户要求加装电阻制动装置，电阻制动的性能符合有关技术要求，制动电阻可承受的最高温度应大于  $640^\circ\text{C}$ 。

13.1.4 机车撒砂装置应作用良好，保证砂子落在轨面上。撒砂量应在  $0.7\text{ L/min} \sim 1.5\text{ L/min}$  范围内，砂箱的容积应满足使用要求。

## 14 安全装置及措施

14.1.1 机车应具有司机自动警惕功能。

- 14.1.2 机车应设置高低音喇叭，其性能应符合 TB/T 3051.2 的规定。
- 14.1.3 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。
- 14.1.4 机车应在相关位置设有警告标志，如最高运行速度值、禁止烟火、紧急制动装置、消防器材等。

## 15 检查与试验

### 15.1 载荷状态

限界检查、称重试验以及其他试验原则上应该在机车全整备重量与机车自重条件下进行。

### 15.2 限界检查

机车在平直道上，将制动机缓解，使弹簧装置稳定后，限界检查按照 GB/T 16904.1 的方法进行。

### 15.3 挠性系数试验

机车在整备重量状态下，首先将机车置于平直线上，获取水平基准，然后将机车停放到已知超高的曲线轨道上，车体呈自然倾斜状态，测量车体倾斜角度  $\alpha$ （见图1）。

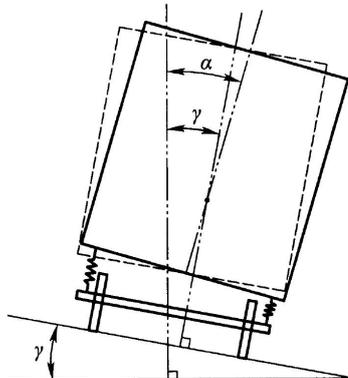


图1 试验位置示意图

挠性系数计算见公式（1）。

$$S = (\alpha - \gamma) / \gamma \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

S——挠性系数

$\alpha$ ——车体倾斜角度

$\gamma$ ——轨道平面与水平面形成的夹角

选择试验线路时，曲线超高宜为100mm~150mm，在同一圆曲线上应至少在三个点进行测量，取所测数据的算术平方值作为最终结果。

### 15.4 起吊能力试验

机车在整备重量状态下，使用吊车或起重设备在设计好的起吊点吊起（或顶起）机车，检查机车在整体起吊（或顶起）状态下的结构状态。

### 15.5 称重试验

机车在计算重量状态下，称重试验按照 TB/T 1740 的方法进行。

### 15.6 绝缘试验

机车组装过程中或机车完成组装后，各电路应分别进行工频耐受电压试验。试验耐压值按 GB/T 21413.1 取值。

试验电压为该电路电气设备的最低的工频耐受试验电压值的85%。

### 15.7 风源系统试验

风源系统试验按照TB/T 3343的方法进行。

### 15.8 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、制动重联试验、无火回送试验按照TB/T 3343或TB/T 2056.1-2019或TB/T 2056.3-2019的方法进行。

在机车撒砂管出口处安装容器，测量各撒砂装置在1min内的撒砂量。

### 15.9 静态制动传动效率和制动率试验

静态制动传动效率和制动率试验按照TB/T 3343的方法进行。

### 15.10 停放制动试验

停放制动试验按照TB/T 3343规定的方法进行，检查停放制动施加和缓解是否正常。

### 15.11 控制蓄电池及充电设备的检查

充电试验过程中测量充电机输出电压、电流、蓄电池充电电流、蓄电池箱内温度等参数，测定最大充电电流、最高充电电压、浮充电压、浮充电流，检查蓄电池的充电模式。在充电试验过程中，充电设备供电的负载控制开关应处于投入位。具有温度补偿功能的充电控制，试验结果应进行温度修正。

### 15.12 重联控制功能试验

重联控制功能试验至少应包括以下内容：

- a) 牵引、制动控制试验；
- b) 禁止双端操作试验；
- c) 故障显示与报警试验；
- d) 压缩机联锁试验（如有此联锁功能）；
- e) 制动控制装置及空电联合制动装置；
- f) 重联通信功能。

### 15.13 动力系统性能试验

#### 15.13.1 一般要求

宜在机车静置状态下，采用机车自负载或外接负载方式进行动力系统性能试验。如机车无外接负载，可根据试验项目，在完成其它试验后，在运行状态下进行储能系统放电试验。

#### 15.13.2 动力系统启停试验

按照机车技术要求对动力系统进行启动和关停试验，检查其启停功能和状态是否正常，是否符合技术要求规定，并测试动力系统启动时长。

#### 15.13.3 动力系统保护试验

检查动力系统的各种保护装置和保护措施是否正常，如温度、压力、过压、过流、氢气泄露、火灾报警及紧急停机等装置。

#### 15.13.4 储能系统充放电试验

按照技术要求进行储能系统充电试验，充电功率应达到规定的额定功率。检查充电过程是否正常，电池及车载充电设备的电压、电流、电池温升等性能是否符合技术要求。

通过机车辅助负载或外接负载进行储能系统放电试验，检查放电过程是否正常，电池的电压、电流、温升等性能是否符合技术要求。储能系统额定放电功率检查可在机车运行试验中进行。

#### 15.13.5 氢燃料电池系统功率试验

按照技术要求对氢燃料电池进行功率加载、额定功率运行、功率减载试验，检测过程中系统的电压、电流、冷却液温度、氢气压力、流量等参数，以及记录功率加、减载时长等，确定上述参数是否符合技术要求。

#### 15.13.6 耗氢率（量）及氢燃料电池系统效率试验

耗氢量试验在4.1规定的环境条件下，或供需双方商定的极限条件（如低温、高海拔等）下进行。采用质量流量计测量氢气消耗量，计算氢燃料电池系统效率。氢气换算至标准状态，氢气热值按低热值242kJ/mol计算。

#### 15.14 淋雨试验

淋雨试验按照TB/T 2054的方法进行，出厂检验时，可不开通风设备。

#### 15.15 司机室噪声试验

司机室噪声试验按照GB/T 3450的方法进行。

#### 15.16 低温试验

##### 15.16.1 动力系统启动性能试验

按照供需双方确定的试验环境温度（参考值）的要求，进行动力系统启动试验。

##### 15.16.2 司机室温度试验

按照供需双方确定的试验环境温度要求，机车静置、动力系统工作，测量司机室地板以上1.2 m司机工作区域的平均温度。

在运行试验中，测量司机室地板以上1.2 m司机工作区域的平均温度。

##### 15.16.3 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。

#### 15.17 安全措施检查

安全措施检查至少对以下各项进行检查：

- a) 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；
- b) 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常规安全距离；
- d) 防止意外触及带电零件而设置的各种装置的功能；
- e) 动力系统柜门、与动力系统供电电源连接的高压室在开门时应具备禁止高压的功能；
- f) 电力电容器应具有放电设备，电容器箱应有警告标志；
- g) 电气设备或可能偶然带电部件的保护性接地；
- h) 防止接触器电弧的设施的效能；
- i) 防止氢气泄露的检测装置的效能；
- j) 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；
- k) 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、散热器、压缩机高压风管等）防护的有效性；
- l) 应提供必备的警示信号，尤其对于涉氢、高温、高压或移动部件。

#### 15.18 安全设备检查

应对机车上的安全设备的正确动作进行检查，例如：

- a) 列车安全运行监控装置；
- b) 通用制式信号装置；
- c) 紧急停车装置；
- d) 司机警惕装置；

- e) 声响和灯光告警器；
- f) 前照灯及标志灯；
- g) 仪表指示灯；
- h) 由用户与制造商商定的检查项目。

## 15.19 牵引特性试验

### 15.19.1 最大起动牵引力试验

最大起动牵引力试验按照TB/T 3540.2-2021的方法进行。试验时，全列实施空气制动，缓解机车空气制动，然后逐渐提升挡位直至牵引最高位，同时测量车钩牵引力、牵引电机电流等。

### 15.19.2 牵引特性试验

型式检验时，牵引特性试验按照TB/T 3156-2007的方法进行。出厂检验时，机车在试验线路或滚动台上施加牵引，检查牵引输出。

## 15.20 黏着性能试验

试验前检查机车撒砂装置工作状态，黏着性能试验按照TB/T 3156-2007的方法进行。

## 15.21 起动加速性能试验

起动加速性能试验按照TB/T 3156-2007的方法进行。

## 15.22 动力系统功率随海拔高度修正试验

机车在供需双方确定的具有海拔高度变化的线路上牵引运行，测试动力系统功率随海拔高度的变化规律。

## 15.23 动力系统额定性能试验

在符合4.1规定的条件下，对机车运行时动力系统额定输出功率进行试验，测试动力系统输出性能是否满足技术要求。

## 15.24 电阻制动性能试验

型式检验时，电阻制动性能试验按照TB/T 3156-2007的方法进行。

出厂检验时，机车在试验线路或滚动台上施加电阻制动，检查电阻制动功能。

## 15.25 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按照TB/T 3343的方法进行。

## 15.26 温升试验

温升试验宜采用电阻法进行测量，也可采用预埋法（传感器应选择电机绕组高温区域多点布置）。采用电阻法测量时应满足以下要求：

- a) 机车停机静置超过48h, 测量冷态电阻；
- b) 牵引电机定子绕组温升试验按照TB/T 3156-2007中6.6的方法进行。

## 15.27 动力学性能试验

动力学性能试验应在能够代表机车典型运用条件的线路上按照TB/T 2360的试验方法进行，线路质量应符合TB/T 3355的规定。

## 15.28 动强度性能试验

动强度性能试验应在能够代表机车典型运用条件的线路上按照TB/T 3312-2013的试验方法进行，线路质量应符合TB/T 3355的规定。数据处理时的计数方法宜采用雨流计数法。

### 15.29 曲线几何通过能力试验

机车在整备重量状态下，将机车停放于规定的最小半径曲线上，至少对以下内容进行检查：

- a) 机车的运行是否受限制或束缚；
- b) 连接风管、电机连接线、接地线、牵引电机的连接风道等长度。

机车进入规定的曲线，在无需借助任何工具的情况下，检查与另一台符合运用条件的机车或车辆连挂和摘钩情况。

通过测量车体中部最低点与轨顶面间距，校核调车机车通过驼峰能力。

### 15.30 机车对外射频电磁骚扰试验

机车对外射频电磁骚扰试验按照GB/T 24338.3的方法进行。

### 15.31 静电放电抗扰度试验

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

### 15.32 电气系统的保护试验

#### 15.32.1 一般要求

通过在电气设备、传感器或信息检测装置上人为设置故障点，观察记录保护动作和司机室显示的相应信息是否符合机车保护逻辑的设计要求。

试验前应确认故障点设置的可操作性和安全性。

如试验需在运行状态中进行，可安排在线路试验时实施。

#### 15.32.2 主电路的保护试验

检查机车主电路及主要设备在发生短路、断路、过流、接地、过压、欠压、过热等故障时的保护功能。

#### 15.32.3 辅助电路的保护试验

检查辅助电路或辅助设备（如压缩机、通风机、辅助电源装置等）在发生短路、接地等故障时的保护功能。

## 16 检验规则

### 16.1 出厂检验

对机车基本参数、性能等是否与型式检验结果相符而做的检验。对同一设计的每台机车都应进行出厂检验。出厂检验项目见附录A。

### 16.2 型式检验

#### 16.2.1 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。机车型式检验前，应满足如下要求：

- a) 提供机车设计任务书、整车技术规范和试验所必需的技术资料；
- b) 提供机车主要零部件型号和供货商清单；
- c) 机车应完成各项调试工作，并通过出厂检验。型式检验项目见附录A。

#### 16.2.2 机车在下列情况下应进行型式检验：

- a) 新设计制造的机车；（不包含平台化产品的提升改进型机车）
- b) 转场后生产的机车；
- c) 机车停产5年以上又重新生产时。

型式检验项目见附录A。

附 录 A  
(规范性)  
整车试验项目

机车出厂检验、型式检验的项目见表A.1。

表 A.1 整车试验项目一览表

序号	检验项目		检验分类	
			型式试验	出厂试验
1	限界检查		√	√
2	挠性系数试验		√	—
3	起吊能力试验		√	—
4	称重试验		√	√
5	绝缘试验		√	√
6	风源系统试验		√	√
7	静态制动性能试验		√	√
8	静态制动传动效率和制动率试验		√	—
9	停放制动试验		√	√
10	控制蓄电池及充电设备的检查		√	—
11	重联控制功能试验		√	√
12	动力系统性能试验	动力系统启停试验	√	√
		动力系统保护试验	√	√
		储能系统充放电试验	√	√
		氢燃料电池系统功率试验	√	√
		耗氢率(量)及燃料电池系统效率试验 a	√	—
13	淋雨试验		√	√
14	司机室噪声试验		√	—
15	低温试验 a	动力系统启动性能试验	√	—
		司机室温度试验	√	—
		牵引运行试验	√	—
16	安全措施检查		√	√
17	安全设备检查		√	√
18	牵引特性试验	最大起动牵引力试验	√	—
		牵引特性试验	√	—
19	黏着性能试验		√	—

表 A.1 整车试验项目一览表（续）

序号	检验项目		检验分类	
			型式试验	出厂试验
20	起动加速性能试验		√	—
21	动力系统功率随海拔高度修正试验 a		√	—
22	动力系统额定性能试验		√	√
23	电阻制动性能试验		√	√
24	制动运行试验		√	√
25	温升试验		√	—
27	动强度性能试验		√	—
28	曲线几何通过能力试验		√	—
29	机车对外射频电磁骚扰试验		√	—
30	静电放电抗扰度试验		√	—
31	电气系统的保护试验	主电路的保护试验	√	√
		辅助电路的保护试验	√	√
注：“√”为应做的项目；“—”为不需要做的项目				
° 试验由供需双方协商确定				