

GTG

铁路装备技术规范

GTG/JL 002-2026

城际铁路动车组

2026- 02 - 09 发布

2026 - 02 - 09 实施

国家铁路局 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	4
4 缩略语	4
5 运用条件	4
6 总体设计原则及要求	5
7 基本性能及主要技术规格	6
8 系统组成及技术要求	10
9 动车组与车载列控设备接口	22
10 高寒特殊技术要求	23
11 智能技术要求	25
12 试验方法	26
13 检验规则	49
14 标志	53
15 命名规则	53
附录 A（规范性）LM _{B10} 磨耗型踏面外形尺寸	55

前 言

本技术规范按照GB/T 1.1—2020的规则起草。

本技术规范由国家铁路局设备监督管理局提出并归口。

本技术规范起草单位：中车长春轨道客车股份有限公司、中国国家铁路集团有限公司机辆部、中国铁路北京局集团有限公司、广东深莞惠城际铁路运营有限公司。

本技术规范起草人：王成涛、李占一、毕凯、任广强、张远东、黄建欣、张启昊、万争、关超、董涛涛、赵越、李国良、王磊。

本技术规范为首次发布。

城际铁路动车组

1 范围

本技术规范规定了新型城际铁路动车组的运用条件、总体设计原则及要求、基本性能及主要技术规格、系统组成及技术要求、动车组与车载列控设备接口、高寒特殊技术要求、智能技术要求、试验方法、检验规则、标志和命名规则。

本技术规范适用于轨距1435 mm，最高运营速度不超过200 km/h的城际铁路电动车组，其他城际铁路动车组参照执行。

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 146.2 标准轨距铁路限界第2部分：建筑限界
- GB/T 1985 高压交流隔离开关和接地开关
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 4351 手提式灭火器
- GB/T 5599—2019 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
- GB 8702 电磁环境控制限值
- GB/T 11032 交流无间隙金属氧化物避雷器
- GB/T 12706.4 额定电压1 kV（Um=1.2 kV）到35kV（Um=40.5 kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第4部分：额定电压6 kV（Um=7.2 kV）到35kV（Um=40.5kV）电力电缆附件试验要求
- GB/T 13277.1 压缩空气 第1部分：污染物净化等级
- 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 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB 18045 铁路车辆用安全玻璃
- GB/T 20840.2 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求
- GB/T 20840.3 互感器 第3部分：电磁式电压互感器的补充技术要求
- 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 21561.1 轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第1部分：干线机车车辆受电弓
- GB/T 21562 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例
- GB/T 21563 轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验
- GB/T 24067 温室气体产品碳足迹量化要求和指南
- GB/T 24338.3—2018 轨道交通 电磁兼容 第3-1部分：机车车辆 列车与整车

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 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 25120 轨道交通 机车车辆牵引变压器和电抗器

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 25122.4 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第4部分：电动车组牵引变流器

GB/T 25123.2 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第2部分：电子变流器供电的交流电动机

GB/T 28029（所有部分） 轨道交通电子设备列车通信网络（TCN）

GB/T 28427 电气化铁路27.5 kV单相交流交联聚乙烯绝缘电缆及附件

GB/T 28791 铁道车辆标志

GB/T 32578 轨道交通 地面装置 电力牵引架空接触网

GB/T 33193.1 铁道车辆空调 第1部分：舒适度参数

GB/T 33193.2 铁道车辆空调 第2部分：型式试验

GB/T 3449 声学 轨道车辆内部噪声测量

GB/T 34571 轨道交通 机车车辆布线规则

GB/T 34575 轨道交通 机车车辆变流装置 机车、动车组辅助变流器

GB/T 36286 轨道交通 机车车辆辅助供电系统

GB/T 37863.2 轨道交通 牵引电传动系统 第2部分：机车、动车组

GB/T 41632 绝缘液体 电气用未使用过的合成有机酯

GB/T 46713.2 轨道交通 机车车辆辅助供电系统蓄电池 第2部分：镉镍蓄电池

GB/T 46713.4 轨道交通 机车车辆辅助供电系统蓄电池 第4部分：镍氢蓄电池

GB/T 5111 声学 轨道机车车辆发射噪声测量

TB/T 449 机车车辆车轮轮缘踏面外形

TB/T 456.2 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 1451 机车、动车组前窗玻璃

TB/T 1484.2 机车车辆电缆 第2部分：30 kV单相电力电缆

TB/T 1491 机车车辆油压减震器

TB/T 1718.3 机车车辆轮对组装 第3部分：动车组

TB/T 1720 铁道客车及动车组给水装置

TB/T 1740 机车车辆重量测定方法

TB/T 1802 铁道车辆水密性试验方法

TB/T 1842.1 电力机车受电弓滑板 粉末冶金滑板

TB/T 1842.2 受电弓滑板 第2部分：碳基复合材料滑板

TB/T 1842.3 受电弓滑板 第3部分：碳滑板

TB/T 2211 机车车辆用压缩钢制螺旋弹簧

TB/T 2325.1 机车车辆视听警示装置 第1部分：前照灯

TB/T 2325.2 机车车辆视听警示装置 第2部分：辅助照明灯和标志灯

TB/T 2325.3 机车车辆视听警示装置 第3部分：电笛

TB/T 2708 辗钢整体车轮 客车

TB/T 2710.1 机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第1部分：活塞空气压缩机组

TB/T 2710.2 机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第2部分：螺杆空气压缩机组

TB/T 2841 铁路车辆空气弹簧

TB/T 2843 机车车辆用橡胶弹性元件通用技术条件

TB/T 2917.1 铁路客车及动车组照明 第1部分：通用要求

TB/T 2945 铁道车辆用LZ50钢车轴及钢坯技术条件

TB/T 2980 机车车辆基础制动装置 盘形制动 制动盘

TB/T 3009 机车车辆制动系统用防滑装置

TB/T 3051.2 机车、动车组用电笛、风笛 第2部分：风笛

TB/T 3077 机车车辆车顶绝缘子

TB/T 3094 机车车辆风挡

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 3143 机车车辆密接式车钩缓冲装置

TB/T 3237 动车组用内装材料阻燃技术条件

TB/T 3254 机车车辆撒砂装置

TB/T 3315 机车车辆电机 牵引电动机 异步牵引电动机

TB/T 3316 机车车辆转向架动车组转向架

TB/T 3333—2025 司机室设备 警惕装置 技术条件

TB/T 3337 铁路客车及动车组整体卫生间

TB/T 3338.2 铁路客车及动车组卫生间 第2部分：集便装置

TB/T 3355 轨道检测 轨道几何状态动态检测

TB/T 3392 机车车辆用避雷器

TB/T 3393.2 机车车辆高压互感器 第2部分：电磁式电压互感器

TB/T 3402—2015 动车组制动系统

TB/T 3414 动车组应急照明

TB/T 3430 机车车辆真空断路器

TB/T 3451 动车组车体结构强度设计及试验

TB/T 3453（所有部分） 动车组词汇

TB/T 3454.1 动车组车门 第1部分：客室侧门

TB/T 3454.2 动车组车门 第2部分：内部门

TB/T 3455 动车组侧窗

TB/T 3470.1 机车车辆基础制动装置盘形制动 闸片 第1部分：粉末冶金闸片

TB/T 3470.2 机车车辆基础制动装置盘形制动 闸片 第2部分：合成闸片

TB/T 3491 电动车组司机室设计规范

TB/T 3502 铁道客车及动车组模态试验方法及评定

TB/T 3503.3 铁路应用 空气动力学 第3部分：隧道空气动力学要求和试验方法

TB/T 3548—2019 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：转向架架构

TB/T 3586—2023 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 3587—2023 电力机车及电动车组牵引辅助系统试验方法 辅助性能试验

TB/T 3588—2023 电力机车及电动车组牵引辅助系统试验方法 阻力、效率及能量消耗试验

TB/T 3606—2025 内燃机车动力源系统改造规范

TB 10082 铁路轨道设计规范

TB 10098 铁路路线设计规范

TB 10623 城际铁路设计规范

ISO 14067 温室气体产品碳足迹量化要求和指南 (Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification and communication)

UIC 515-4 客运车辆拖车转向架-走行部转向架构架结构强度试验 (Passenger rolling stock Trailer bogies—running gear Bogie frame structure strength tests)

UIC 615-4 动力车-转向架和走行装置-转向架构架结构强度试验 (Tractive units—Bogies and running gear—General conditions applicable to component parts)

EN 13260 铁路应用 轮对和转向架 轮对 产品要求 (Railway applications — Wheelsets and bogies — Wheelsets — Products requirements)

EN 13261 轮对和转向架 车轴 产品标准 (Railway applications — Wheelsets and bogies — Axles — Product requirements)

EN 13262 铁路应用 轮对和转向架 车轮 产品要求 (Railway applications — Wheelsets and bogies — Wheels — Product requirement)

EN 13749 铁路应用 轮对和转向架规定转向架 构架结构要求的方法 (Railway applications — Wheelsets and bogies —Method of specifying structural requirements of bogie frames)

EN 45545-2 铁路应用-铁路车辆的防火保护-第2部分：材料和元件的防火要求 (Railway applications—Fire protection on railway vehicles—Part 2:Requirements for fire behavior of materials and components)

3 术语和定义

TB/T 3453（所有部分）界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ATO：列车自动驾驶 (Automatic Train Operation)

ATP：列车超速防护 (Automatic Train Protection)

TCMS：列车控制与管理系统 (Train Control and Management System)

5 运用条件

5.1 环境条件

5.1.1 气温条件：-25℃~+40℃；高寒气温条件：-40℃~+40℃。

5.1.2 相对湿度：≤95%（该月月平均最低温度为25℃）。

5.1.3 海拔：≤1500 m。

5.1.4 最大风速：一般年份小于15 m/s；偶有33 m/s。

5.1.5 有风、沙、雨、雪、雾霾天气，偶有盐雾、酸雨、沙尘暴等现象。

5.1.6 地震烈度：最高动峰值加速度0.3g。

5.1.7 与上述环境条件存在差异时，需要进行特殊设计和验证。

5.2 线路条件

5.2.1 线路应符合TB 10098和TB 10623的规定。

5.2.2 建筑限界应符合GB 146.2的规定。

5.2.3 轨距为1435 mm。

5.2.4 轨道应符合TB 10082的规定，轨道几何状态动态检测及评定、验收、运维应符合TB/T 3355的规定。

5.3 供电条件

5.3.1 供电制式：单相交流25 kV/50 Hz。

5.3.2 接触网高度应符合GB/T 32578的规定。

5.3.3 接触网电压应符合GB/T 1402的规定。

5.3.4 列车过分相方式分为下列三种：

- a) 手动过分相方式；
- b) 基于地面磁钢模式的车载自动过分相方式；
- c) 基于车载列控设备的自动过分相方式。

5.4 通信信号

5.4.1 通信采用无线方式，动车组设置通信设备供电接口和机械安装接口。

5.4.2 列车运行控制方式应结合实际应用线路确定。

6 总体设计原则及要求

6.1 动车组可靠性、可用性、可维修性和安全性应满足GB/T 21562的规定，应具有高效、绿色、智能等技术特点。

6.2 动车组应降低自重、降低运行阻力、降低运营能耗和提升运载能力。

6.3 动车组应按标准化、模块化的设计原则，部件应具有较高的互换性。

6.4 动车组与外部空间应有良好的电磁兼容性，应符合GB/T 24338.3和GB/T 24338.4的有关规定。

6.5 动车组的电磁辐射满足GB 8702的规定。

6.6 动车组应具有良好的防火性能，所用材料应为阻燃、低烟、无毒（低毒）、无卤的非延燃性材料或防火材料，内装材料阻燃性能应满足TB/T 3237的规定，其他非金属材料的阻燃要求应符合TB/T 3138或EN 45545-2的规定；结构及各种零部件的设计及制造应严格遵循中国消防法规及有关防火规定，以最大限度地防止火灾发生。

- 6.7 车内布线应符合 GB/T 34571 的规定。
- 6.8 各电气设备金属外壳或箱体应采取保护性接地措施，应符合 GB/T 21414 的规定。
- 6.9 动车组上所有的电机、电器、电子装置、电线电缆等应采取相应的防霉（霉菌和真菌）措施。
- 6.10 管螺纹采用英制，其余所有的材料、紧固件、工具等都应采用公制标准，所有的尺寸采用国际单位制表示。
- 6.11 动车组上各种计量表（包括风表）的精度不低于 2.5 级。
- 6.12 动车组外部油漆和清洗时所触及的部位和零部件应耐受微酸、微碱清洗剂的影响。
- 6.13 动车组应在信息安全方面为接入网络系统的设备提供安全物理环境，并应具备必要的区域边界防护、网络通信防护、车载网络数据防护。
- 6.14 不同编组形式动力单元均应具备冗余性，包括受电弓、牵引变压器等，并应考虑不同编组部件及零部件的互换性，包括受电弓、主断路器、牵引变流器功率模块等。
- 6.15 动车组设置与车载列控信号系统之间的接口，接口应遵循故障导向安全的原则，具备高可用性和冗余性。
- 6.16 动车组应遵守中国环境保护法规，符合绿色、低碳要求。鼓励依据 GB/T 24067 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》、ISO 14067 《温室气体产品碳足迹量化要求和指南》等标准披露产品碳足迹报告及环境产品声明。
- 6.17 动车组宜选用绿色环保材料，其中非金属材料的可回收率不低于 75%。
- 6.18 动车组用非金属材料及车内空气有害物质限量应符合 TB/T 3139 的规定。
- 6.19 动车组应设置能耗监测装置，应能对采集的数据进行统计计算。

7 基本性能及主要技术规格

7.1 基本性能

- 7.1.1 动车组限界应符合 GB 146.1 的规定。
- 7.1.2 动车组载荷宜按 TB/T 3451 的规定执行。
- 7.1.3 动车组可设置重联接口，如具备重联功能，牵引、制动、网络控制、旅客信息等系统应满足重联运行需求。
- 7.1.4 动车组工作模式应分为牵引运行模式、联挂/解编模式（仅适用于具有重联功能车组）、救援/回送模式、洗车模式、紧急牵引模式。
- 7.1.5 动车组应设置紧急制动安全环路、停放制动监控安全环路、火灾报警安全环路、制动缓解监控安全环路和车门安全环路，当安全环路断开时应触发导向安全的措施，网络系统应能对各种安全环路进行监视。
- 7.1.6 动车组应具有牵引、制动、辅助、车门、空调等系统的逻辑判断、控制与状态监视等功能；应能按给定条件投入到特定的工作状态或降级运行模式，具有故障导向安全的保障措施。
- 7.1.7 动车组的两端端车上设司机室，正常运行时，仅能有一端司机室作为主控司机室并操纵动车组。
- 7.1.8 动车组应设置受电弓降下、主断路器断开、停放制动施加及缓解、紧急牵引和保持制动列车级控制硬线。
- 7.1.9 动车组应判断全列车门、制动等系统的状态，并对牵引系统设置必要的联锁功能。

7.1.10 动车组发生轴箱轴承温度报警、牵引电机和齿轮箱轴承温度报警、轴抱死等情况时应触发自动限速或停车。

7.1.11 动车组应具有超载报警功能。

7.2 主要技术规格

7.2.1 主要技术参数

动车组主要技术参数应符合表1的规定。

表 1 动车组主要技术参数

名称	技术参数	
编组形式	采用 4 辆编组或 8 辆编组	
动拖比	宜采用 1:1	
车体长度/mm	车辆定距：17500 中间车长度：24500 头车长度：21000+△	车辆定距：17800 中间车长度：25000 头车长度：21400+△
车辆宽度/mm	3300	
地板布面高度/mm	1260	
车内净高/mm	≥2100	
固定轴距/mm	2500	
车轮直径/mm	860～920（新轮）；≥70（磨耗限值）	
轴重/t	≤17	
注：△为端车靠近司机室转向架中心至车头前端点的长度。		

7.2.2 车钩

动车组两端车钩中心线距轨面高度应为 1000^{+10}_{-25} mm，动车组两端过渡车钩中心线距轨面高度应为 880^{+10}_{-40} mm，满足救援和无火回送要求。

7.2.3 小曲线通过能力

动车组应能通过R250 m圆曲线和夹直线长度为10 m的R180 m的S形曲线，在单车调车时应能通过R150 m圆曲线。

7.2.4 动力学性能

动车组动力学性能应符合GB/T 5599的规定，具体应满足下列要求：

- a) 车轮对钢轨的垂向作用力不大于170 kN；
- b) 平稳性指标：司机室不大于2.75，客室不大于2.5；
- c) 舒适度指标：司机室不大于3.0，客室不大于2.0。

7.2.5 加速性能

在TB/T 3451规定的正常有效载荷条件下，动车组在平直道、干燥轨面上的平均加速度应符合表2的规定。

表 2 加速性能

最高运营速度 km/h	起动平均加速度 m/s^2	平均加速度 m/s^2
160	≥ 0.8	≥ 0.35
200	≥ 0.65	≥ 0.3
注1：起动平均加速度——动车组从0 km/h加速到40 km/h的平均加速度。		
注2：平均加速度——动车组从0 km/h加速到最高运营速度的平均加速度。		

7.2.6 制动减速性能

在TB/T 3451规定的正常有效载荷条件下，动车组在平直道、干燥轨面上制动减速性能应符合表3的规定。

表 3 制动减速性能

最高运营速度 km/h	紧急制动距离限值 m
160	1400
200	2000

7.2.7 空气动力学性能

空气动力学性能应满足以下要求。

- 气动载荷按 $\pm 4000 \text{ Pa}$ 。
- 无环境风时，动车组头、尾车气动升力接近于零，且不影响动车组正常运行。
- 在侧风影响下，确保动车组运行的稳定性。垂直于动车组纵向对称面的侧风瞬时风速满足以下要求：
 - 在侧风风速小于 25 m/s 以下的影响下，确保动车组运行的稳定性；
 - 在侧风风速大于 25 m/s 并小于 30 m/s 的影响下，动车组限速 120 km/h ；
 - 在侧风风速不大于 30 m/s 时，动车组在停车时不发生倾斜、脱轨、侧翻等；
 - 在侧风风速大于 30 m/s 时，动车组严禁进入风区。

7.2.8 纵向冲击率

动车组应具有冲动限制功能，除紧急制动外，冲动值不应大于 0.75 m/s^3 。

7.2.9 牵引故障运行与救援能力

动车组牵引故障运行与救援能力应满足以下要求：

- 在超常有效载荷工况下，当损失 $1/4$ 动力，具有在 30% 坡道上起动并运行至线路终点的能力；
- 在正常有效载荷工况下，当损失 $1/2$ 动力时，具有在 30% 坡道上起动并运行至最近车站的能力；
- 在整备状态下，具有在 30% 坡道上牵引（或推送）另一列相同编组超常有效载荷的无动力动车组运行至下一车站的能力；

- d) 当牵引设备发生故障或损坏时，牵引系统迅速保护、自动或提示司机手动隔离故障设备并导向安全，故障影响不应扩大化。

7.2.10 强度

强度性能应满足下列要求：

- a) 动车组车体结构强度符合TB/T 3451的规定；
- b) 构架强度符合UIC 615-4、UIC 515-4和EN 13749或TB/T 3549.1的规定。

7.2.11 水密性

喷水试验按TB/T 1802执行，试验后，动车组车内各部位不应有渗漏。

7.2.12 气密性

每辆车落成后，在门窗关闭及空调设备对外的新风口、废排风口关闭的情况下，车内外压力差由 P_1 降至1 kPa的降压时间 t 应符合表4的规定。

表 4 车辆气密性要求

最高运营速度 km/h	车内外压力差 P_1 Pa	降压时间 t s
160	2600	≥ 18
200	4000	≥ 40

7.2.13 噪声

7.2.13.1 车辆内部噪声

在满足GB/T 3449的环境条件下，动车组内部噪声测量值应符合下列规定：

- a) 动车组静置，所有辅助系统设备同时以额定功率运行时，客室座席区中部连续噪声值不大于69 dB(A)，司机室内不大于68 dB(A)。
- b) 在空旷平直有砟线路上，动车组以最高运营速度($\pm 5\%$)运行时，噪声限值按优、良(优为目标值，良为强制值)两级控制，客室座席区中部连续噪声限值分别为72 dB(A)和75 dB(A)，驾驶室噪声限值分别为72 dB(A)和75 dB(A)。

7.2.13.2 车辆辐射噪声

在满足GB/T 5111的环境条件下，应满足如下要求：

- a) 在空旷平直地面线路上，距轨道中心线25 m，轨面上方3.5 m处，动车组以最高运营速度($\pm 5\%$)通过时，噪声限值按优、良(优为目标值，良为强制值)两级控制，不大于表5的规定；
- b) 动车组起动时，距轨道中心线7.5 m，轨面上方1.2 m处的噪声限值按优、良两级控制，限值分别为80 dB(A)和82 dB(A)；
- c) 动车组静置时，距轨道中心线7.5 m，轨面上方1.2 m处，所有辅助设备同时正常运行时噪声限值按优、良两级控制，限值分别为68 dB(A)和72 dB(A)。

表 5 等效连续噪声限值

速度等级 km/h	160	200	备注
噪声限值 dB (A)	85	87	优
	88	90	良

7.2.14 冲击和振动性能

安装在车辆上的设备，其冲击和振动性能应符合GB/T 21563的规定，且在动车组运行速度范围内不应出现共振现象。

7.2.15 车辆称重

不应使用压车铁配重来满足轴重平衡度要求，称重结果满足以下要求：

- a) 任一车辆一侧各车轮上测得的轮重之和的平均值与在该车辆两侧各车轮轮重之和的平均值的差值的绝对值不应超过4%；
- b) 任一轴每个车轮上测得的轮重与该轴两轮平均轮重的差值的绝对值不应超过4%。

7.2.16 网压

网压波动适应性应符合GB/T 37863.2的规定。

8 系统组成及技术要求

8.1 车体

8.1.1 车体结构

8.1.1.1 车体结构应设计成整体承载结构，采用平顺化设计。

8.1.1.2 车体结构应能承受与其运用要求相一致的最大载荷，不产生永久变形。

8.1.1.3 在最大垂向载荷作用下，车体静挠度不应超过两转向架支撑点之间距离的 1%。

8.1.1.4 车顶结构应满足在车顶进行空调、受电弓等维修作业的要求，考虑至少具有 100 kg 重的人在车顶行走而不产生永久变形的能力。

8.1.1.5 车顶结构应排水通畅，无渗漏。

8.1.1.6 车体应设置架车点、吊车点，可用于车辆起吊和救援。

8.1.1.7 司机室前端下方应设有前端排障装置，用于排除轨道上障碍物，在车轮踏面磨耗允许范围内满足运用要求。排障器中央沿纵向能承受 137 kN 的静压力。

8.1.1.8 在整备状态下，车体结构刚度应满足车体的一阶垂向弯曲模态频率与转向架浮沉频率错开或车体一阶垂向弯曲模态频率大于 10 Hz 的要求。

8.1.2 车门

8.1.2.1 客室两侧设置单开或双开侧门，单开侧门净开宽度宜 800 mm～1100 mm，双开侧门净开宽度宜 1100 mm～1300 mm，侧门结构应满足车辆气密性要求。单开侧门应满足 TB/T 3454.1 的规定，双开侧门可参照 TB/T 3454.1 执行。

8.1.2.2 客室侧门应具备司机集中控制开关门与单门手动操作开关门功能、障碍检测功能，在自动关门过程中遇到障碍物时，门扇应自动返回。

8.1.2.3 客室侧门应设置可靠的机械锁闭机构、故障隔离装置、内外紧急解锁等安全设施。未被隔离的门在紧急情况下且条件允许时应能手动从车内或车外解锁单个车门。

8.1.2.4 车门关闭时应有效地起到隔热、隔音作用。侧门的门上窗应采用安全玻璃，玻璃符合 GB 18045 的规定。

8.1.2.5 客室侧门应设置声音报警装置，在开、关门，紧急解锁及运行途中车门异常打开时，声音报警装置应立即鸣响报警。

8.1.2.6 可根据需要设置司机登乘门、司机室与客室之间通过门，应符合 TB/T 3262 的规定。

8.1.2.7 车辆间应设外端拉门，外端拉门应符合 TB/T 3454.2 的规定，端车宜设 1 个，中间车宜设置 2 个。

8.1.3 车窗

8.1.3.1 客室车窗采用固定式安全玻璃，玻璃符合 GB 18045 的规定，窗外层玻璃宜采用钢化夹层玻璃。

8.1.3.2 车窗处采取遮阳措施，宜设遮阳卷帘，卷帘布便于拆卸、清洗。

8.1.3.3 应按 TB/T 3455 的规定设置应急车窗及安全锤，应急车窗上应有明显的标志。

8.2 车端连接系统

8.2.1 动车组两端应设能量耗散功能的部件或结构，宜设置具备防爬部件或结构。

8.2.2 车钩缓冲装置应符合以下要求：

- a) 动车组前端车钩采用全自动车钩缓冲装置或半自动车钩缓冲装置，中间车钩采用密接式车钩或半永久车钩；
- b) 车钩缓冲装置能确保在速度 5 km/h 连挂冲击下不损坏车体及其吊装部件；
- c) 动车组前端车钩符合 TB/T 3143 中连杆式车钩的规定；
- d) 动车组两端过渡车钩与前端车钩连挂时，动作顺畅，各动作部件不出现卡滞等异常情况，过渡车钩救援端连挂轮廓符合 TB/T 456.2 的规定。

8.2.3 风挡应符合 TB/T 3094 的规定。

8.2.4 单元内及单元之间或者车辆与车辆之间的空气管路和电气连接内容根据下列各项选用：

- a) 列车通信总线；
- b) 制动控制线；
- c) 供电母线；
- d) 旅客信息信号传输线；
- e) 列车空气管路；
- f) 主电路电气设备连接电缆；
- g) 25 kV 动力电缆；

h) 单元内部的其他连接线。

8.3 转向架

8.3.1 一般要求

8.3.1.1 应采用两轴无摇枕转向架，并符合 TB/T 3316 的规定。

8.3.1.2 转向架与车体间的机械接口和电气接口应采用方便装拆结构，转向架悬挂高度、车体与转向架间隙应可在一定范围内进行调整，转向架应便于从车体下推出。

8.3.1.3 接地装置可安装于转向架的轴箱或齿轮传动装置处。接地装置应保证动车组接地电路及车体接地良好，其通流能力与主回路参数相匹配，且不应造成轴承的电蚀。

8.3.1.4 宜设轮缘润滑、踏面清扫等装置。

8.3.1.5 转向架结构应便于制造、维护和检修。采用模块化设计制造，各零、部件采用标准件和通用件。

8.3.1.6 转向架制动软管宜尽可能靠近转向架中心（两车轴之间）布置。

8.3.1.7 轴箱轴承和齿轮箱输入输出端轴承应设传感器，应至少对温度进行监测。

8.3.2 构架

构架分为动车构架和拖车构架两类，同种类构架应能互换。

8.3.3 悬挂系统

8.3.3.1 应采用二级悬挂系统。轴箱定位宜采用转臂式定位方式。

8.3.3.2 一系悬挂宜采用钢弹簧，应设油压减振器。钢弹簧应符合 TB/T 2211 的规定。

8.3.3.3 二系悬挂采用空气弹簧，并设自动高度调整等装置。空气弹簧由气囊、紧急橡胶堆、摩擦板等组成，应具有良好的气密性，并符合 TB/T 2841 的规定。空气弹簧压力过低时，动车组应能限速行驶。

8.3.3.4 转向架和车体间应设抗蛇行减振器，宜设抗侧滚扭杆装置。

8.3.3.5 油压减振器应能吸收振动能量，应具有防尘和防泄漏功能，并符合 TB/T 1491 的规定。

8.3.3.6 应设置相应的横向及垂向限位结构。

8.3.4 驱动装置

8.3.4.1 动车转向架的牵引电机采用架悬式安装，每个构架上反对称布置两台牵引电机。

8.3.4.2 齿轮箱应采用密封结构，设油位检查视窗，应设具备防脱功能的吊挂结构。

8.3.5 轮对轴箱装置

8.3.5.1 车轮采用整体车轮，设置磨耗到限槽标记车轮直径的磨耗限度，并能清晰标识车轮的序列号。车轮应符合 TB/T 2708 或 EN 13262 的规定。最高运行速度为 160 km/h 的动车组宜采用 CL60 或 CL65K 材质的车轮，最高运行速度为 200 km/h 的动车组宜采用 ER8 车轮。踏面外形应符合 TB/T 449 或附录 A 的规定。

8.3.5.2 车轴应符合 TB/T 2945 或 EN 13261 的规定。最高运行速度为 160 km/h 的动车组宜采用实心车轴，最高运行速度为 200 km/h 的动车组宜采用空心车轴。

8.3.5.3 轮对组装应符合 TB/T 1718.3 或 EN 13260 的规定。

8.3.5.4 轴箱装置宜采用分体式结构，并采取密封措施，轴端接地装置和轴端检测设备应拆装检查方便，不影响空心车轴探伤、不落轮旋修等作业。

8.4 高压系统

8.4.1 一般要求

8.4.1.1 高压系统采用单弓受流方式，每台受电弓应能够传递动车组运行时的额定电流而不受损害。应具有高压接地故障检测及保护、故障单元定位、隔离及冗余等功能。

8.4.1.2 应设置两个独立的高压单元，每个高压单元主要由受电弓、主断路器和接地开关、车顶绝缘子、隔离开关、电压互感器、电流互感器、避雷器等组成。其中一个高压单元故障时，可在切除故障高压单元后，采用另一个高压单元供电，不影响动车组高压系统供电。

8.4.1.3 安装于车外的高压设备外绝缘爬电距离不应小于 1000 mm，电气间隙不应小于 310 mm，车顶绝缘子结构高度不应小于 400 mm，应符合 TB/T 3077 的规定。

8.4.1.4 动车组应能承受来自接触网雷电冲击过电压和系统内部的操作过电压，应满足 GB/T 21413.2 的要求；组装完成后的整车车顶高压外绝缘（不包括密闭空间内外绝缘）雷电冲击耐受电压不应低于 185 kV。

8.4.1.5 高压系统（不包括密闭空间内的高压设备）绝缘配合因数 K_c 不应小于 1.6。

8.4.2 受电弓

8.4.2.1 受电弓性能应符合 GB/T 21561.1 的规定。受电弓碳滑板应符合 TB/T 1842.1 或 TB/T 1842.2 或 TB/T 1842.3 的规定。

8.4.2.2 应具有快速自动降弓功能。

8.4.2.3 应设有受电弓视频监控装置，能实时监视、存储和回放动车组受电弓的监视画面。

8.4.3 主断路器

应采用真空断路器，并符合 TB/T 3430 的规定。

8.4.4 车顶绝缘子

宜采用复合绝缘子，应符合 TB/T 3077 的规定。

8.4.5 隔离开关和接地开关

应符合 GB/T 1985 的规定。

8.4.6 互感器

8.4.6.1 应设置用于检测接触网电压的电压互感器，电压互感器应符合 GB/T 20840.3 和 TB/T 3393.2 的规定。

8.4.6.2 应分别设置用于检测整车电流、高压单元电流的电流互感器，电流互感器应符合 GB/T 20840.2 的规定。

8.4.7 避雷器

在受电弓和主断路器之间、主断路器和牵引变压器之间均应设置避雷器，宜采用无间隙金属氧化物避雷器，无间隙金属氧化物避雷器应符合 GB/T 11032 和 TB/T 3392 的规定。

8.4.8 高压连接

高压电缆机械性能及电气参数应符合 TB/T 1484.2 的规定，高压电缆附件的绝缘水平应符合 GB/T 28427 的规定，牵引变压器用高压电缆 T 型头的绝缘水平应符合 GB/T 12706.4 的规定。车辆之间的高压连接应具有高柔韧性。

8.5 牵引系统

8.5.1 一般要求

8.5.1.1 牵引系统至少由两个相对独立的动力单元组成，每个动力单元主要由牵引变压器、牵引变流器和牵引电机等组成。当某个动力单元中的电气设备发生故障时，可全部或部分切除该动力单元，不应影响其他动力单元的功能。

8.5.1.2 动力车设黏着利用控制功能，能抑制空转和滑行。

8.5.1.3 动车组不同四象限整流器采用移相控制策略，实现注入牵引供电系统谐波有效抑制。牵引系统发挥额定轮周功率时，牵引变压器原边电流畸变率（ THD ）不应大于 5%、整车网端总电流畸变率不应大于 3%、等效干扰电流（ J_p ）应小于 2.5A。

8.5.1.4 牵引系统发挥额定轮周功率时，牵引系统效率不应小于 85%。

8.5.1.5 牵引系统所有电气设备均应有可靠的保护接地，牵引变压器原边末端通过接地装置实现工作接地。

8.5.1.6 牵引系统应具有诊断和故障保护功能，故障保护措施应能导向安全，并不扩大故障影响。故障信息应能储存、读取，重大故障应传递给网络控制系统，并能在显示屏上查阅。

8.5.1.7 牵引系统应设置能耗监测功能，实现对动车组总耗电量、牵引耗电量、再生电量的监测，为动车组能效管理提供数据，数据并能通过显示屏进行显示。

8.5.1.8 宜设置救援回送发电功能。

8.5.2 牵引变压器及其冷却系统

8.5.2.1 牵引变压器应满足 GB/T 25120 的规定。

8.5.2.2 在网压变换范围内，牵引变压器输出电压、电流及容量应满足动车组牵引和再生制动的要求。

8.5.2.3 牵引变压器箱体密闭部分的防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP54，通风区域的防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP20，电气连接的防护等级不低于 IP65。

8.5.2.4 牵引变压器应能够承受运行中的振动和冲击负荷，并符合 GB/T 21563 的规定。

8.5.2.5 牵引变压器应设置原边绕组过流和次边绕组接地监控和保护。

- 8.5.2.6 牵引变压器应配套冷却系统，宜采用强迫导向油循环风冷方式。
- 8.5.2.7 牵引变压器冷却系统风冷循环应考虑负压条件功能正常。
- 8.5.2.8 牵引变压器及其冷却系统应设置油温、油流等状态的监控和油压保护装置。
- 8.5.2.9 牵引变压器及其冷却系统应采用阻燃、可降解的酯油，应符合 GB/T 41632 的规定。
- 8.5.2.10 牵引变压器及其冷却系统应设置膨胀油箱。
- 8.5.2.11 牵引变压器应设置取油样接口，接口设置位置应便于取样操作。

8.5.3 牵引变流器及其冷却系统

- 8.5.3.1 牵引变流器应符合 GB/T 25119、GB/T 21413.1、GB/T 25122.1、GB/T 25122.4 和 GB/T 25117 的规定。
- 8.5.3.2 牵引变流器采用结构紧凑、易于运用和检修的模块化结构。
- 8.5.3.3 牵引变流器设计应考虑减少冷凝水产生，避免短路、接地故障。
- 8.5.3.4 牵引变流器至少包括四象限整流器、中间直流回路、牵引逆变器及牵引控制单元。
- 8.5.3.5 牵引变流器应具备转矩拍频脉动抑制功能，牵引变流器中间直流回路可设置滤波电抗器，滤波电抗器应符合 GB/T 25120 的规定。
- 8.5.3.6 牵引变流器应能承受运行的振动与冲击负荷，并符合 GB/T 21563 的规定。
- 8.5.3.7 牵引变流器应具有完备的保护与自诊断功能，并应具有包括但不限于以下功能：
 - a) 冷却系统的保护；
 - b) 过流和过载保护；
 - c) 接地保护；
 - d) 短路保护；
 - e) 电机缺相保护；
 - f) 功率模块故障保护。
- 8.5.3.8 牵引变流器应配有冷却系统，并设置便于清洁的过滤网。
- 8.5.3.9 牵引变流器冷却系统风冷循环应考虑负压条件功能正常。
- 8.5.3.10 牵引变流器箱体和箱盖应可靠接地，外部应有“高压危险”、安全放电时间或类似的警示标志。
- 8.5.3.11 牵引变流器箱体密闭腔室防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP54；非密闭腔室防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP20。

8.5.4 牵引电机

- 8.5.4.1 牵引电机宜采用三相交流异步电机，应符合 TB/T 3315 和 GB/T 25123.2 的规定。
- 8.5.4.2 牵引电机在额定点的基波效率不应低于 93.5%。
- 8.5.4.3 牵引电机绝缘等级不应低于 200 级。
- 8.5.4.4 牵引电机在 PWM 逆变器的整个输出电压、频率范围内应能正常运行。
- 8.5.4.5 牵引电机应能承受列车运行中产生的振动和冲击负荷，并符合 GB/T 21563 的规定。
- 8.5.4.6 牵引电机冷却方式可采用强迫风冷、水冷或自冷。

8.5.4.7 牵引电机应采用绝缘轴承，应能在电机不解体状态下对轴承补充油脂。

8.5.4.8 牵引电机宜设有温度传感器和转速传感器。

8.5.4.9 牵引电机电气连接的防护等级不低于 IP65。

8.6 辅助供电系统

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 辅助供电系统由辅助变流器、充电机、蓄电池组等供电设备组成。全列设置中低压母线，中压采用并网供电，低压母线分为永久供电和非永久供电，供电品质符合 GB/T 36286 的规定；辅助供电系统各设备应具有冗余功能，当部分设备发生故障时，能进行切换并满足牵引系统正常工作要求。

8.6.1.2 辅助供电系统应在动车组两侧各设置 1 个外接电源（车间电源，3AC 380V/50Hz）输入插座，外接辅助电源供电与高压系统供电应设联锁，不能同时为动车组供电。

8.6.1.3 辅助供电系统均应有各自独立可靠的安全接地并具有接地监测功能。

8.6.1.4 辅助供电系统应具有自诊断功能和故障保护措施，具有对供电线路发生的过载、短路、瞬时大电流冲击、过压、欠压等故障的保护功能。

8.6.1.5 辅助供电系统应能承受使用时的冲击和振动，符合 GB/T 21563 的要求。

8.6.2 辅助变流器

8.6.2.1 辅助变流器应符合 GB/T 25122.1、GB/T 34575 的规定，其容量应能满足动车组各种工况下的使用需求。应有足够的过载能力，在短时间内应能承受住负载起动电流的冲击；并在输入电源及负载突变条件下，瞬间输出电压变化不影响所有电机类负载的正常工作。

8.6.2.2 辅助变流器由牵引变流器的中间直流环节供电，输出制式为 3AC 380 V/50 Hz。额定工况运行时辅助变流器的效率应大于 90%。

8.6.2.3 应在一定的速度范围内，过分相时辅助供电不间断。

8.6.3 充电机

8.6.3.1 充电机提供 DC 110V 电源，同时为蓄电池组充电。充电机应具有输入过压、输入欠压、输出短路、功率元件故障、接触器故障、过热等保护功能。

8.6.3.2 充电机的输入侧供电中断恢复后，充电机应能自动投入正常运行。

8.6.4 蓄电池

8.6.4.1 蓄电池类型

可为碱性电池或锂离子电池；如为锂离子电池，应配备电池管理系统。

8.6.4.2 碱性蓄电池

镉镍蓄电池应符合 GB/T 46713.2 的规定，最小可更换单元为单体电池。

镍氢蓄电池应符合 GB/T 46713.4 的规定，最小可更换单元为电池单体或多连体。

8.6.4.3 锂离子电池

锂离子蓄电池应满足 TB/T 3606-2025 内燃机车动力源系统改造规范的附录 B（规范性） 动力蓄电池系统规定。

8.6.4.4 蓄电池容量

蓄电池容量应能满足动车组无网压时，供给内部应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通讯系统等设备工作时间不低于 120 min，应急通风不低于 45 min。

8.6.4.5 其它要求

蓄电池外壳材料特性符合防火与安全基本要求，具备火灾监测和报警功能。蓄电池单体应方便检测维护。

8.7 制动系统

8.7.1 一般要求

8.7.1.1 制动系统应采用微机控制的直通式电空制动，采用空电复合制动的控制模式，电制动优先，纯电制动可实施的速度范围、制动级位范围应尽可能大。

8.7.1.2 制动系统应能按速度模式曲线控制列车减速或停车，紧急制动距离应满足表 3 的制动性能要求。

8.7.1.3 制动系统应按照“故障导向安全”原则进行设计，应符合 TB/T 3402—2015 的规定。

8.7.1.4 制动系统应采用冗余设计。

8.7.1.5 每辆车应至少设置一个制动控制单元，单个制动控制单元故障不影响列车级制动控制。

8.7.1.6 制动系统应采用模块化设计，方便维修。

8.7.1.7 每辆车的明显位置处应设乘客紧急设施，安放位置应避免意外操作。触发乘客紧急设施后，司机室中产生声光报警信号并根据设置自动实施制动，可由司机进行缓解。

8.7.1.8 动车组应设置能采用机车救援回送及动车组间相互救援的设施。

8.7.1.9 应设置撒砂装置，并符合 TB/T 3254 的规定。

8.7.2 制动控制系统

8.7.2.1 应具有常用制动、紧急制动、停放制动、保持制动、车轮滑行控制、车轮不旋转检测等功能。

8.7.2.2 动车组列车分离、紧急制动安全回路断开或失电、列车失电、紧急制动按钮施加等情况应能自动施加纯空气紧急制动。

8.7.2.3 纯空气紧急制动施加后动车组停止前，应不能缓解制动。

8.7.2.4 保持制动力应满足超常有效载荷状态在运行线路的最大坡道上静置的要求。

8.7.2.5 动车组防滑系统应符合 TB/T 3009，当防滑功能失效时，空气制动应能维持运用。可设置冗余的车轮不旋转检测功能。

8.7.2.6 应具有车辆载荷检测功能和空重车调整功能。制动缸压力应能随载重变化进行自动调整。车辆载荷信号取自空气弹簧的压力。

8.7.2.7 应具有状态信息、故障诊断信息的传递和显示功能。应能连续监测和诊断制动系统的主要零部件状态，并将接收和发送数据给相关诊断系统。

8.7.2.8 应具备自诊断及数据存储功能，能保存故障发生时及故障前后至少各 120 s 的数据。故障数据应包含时间信息，并允许读取和下载。

8.7.2.9 应能在各车内切除本车停放制动供风及空气制动。

8.7.3 压缩空气供给系统

8.7.3.1 应至少设两套主供风单元，供风能力和初充风时间应满足运用要求。当一半及以下主供风单元出现故障时，应能维持动车组用风设备功能正常运行。

8.7.3.2 主供风单元输出的压缩空气质量应满足 GB/T 13277.1 中 3:3:3 级的要求。

8.7.3.3 空气压缩机宜采用活塞空气压缩机组或螺杆空气压缩机组，活塞空气压缩机组应符合 TB/T 2710.1 的规定，螺杆空气压缩机组应符合 TB/T 2710.2 的规定。

8.7.3.4 带受电弓的车辆应设有用于总风缸压力不足时升弓的辅助供风单元。

8.7.3.5 储风缸容积应满足用风设备最大用风量的要求。

8.7.3.6 压缩空气管路宜采用不锈钢材料，管路和储风缸应采取防锈、防腐和清洁措施。

8.7.3.7 制动系统气密性应符合 TB/T 3402—2015 的规定。

8.7.4 基础制动装置

8.7.4.1 基础制动装置应采用盘形制动方式，由制动盘、闸片、制动夹钳单元组成，具有互换性。

8.7.4.2 制动盘应符合 TB/T 2980 的规定，最高运行速度为 160 km/h 的动车组制动盘 1:1 制动动力试验及疲劳试验程序按照程序编制的动车组制动动力试验及疲劳试验程序规则进行。

8.7.4.3 闸片应符合 TB/T 3470.1 或 TB/T 3470.2 的规定。

8.7.4.4 制动盘和闸片的热容量应满足列车正常运营工况的要求，并满足制动初速度为最高运营速度的连续两次纯空气紧急制动的要求。

8.7.4.5 制动夹钳单元应具有自动间隙调整功能，并能进行手动调整。紧急制动时，制动夹钳单元的静态传动效率不应低于 80%。

8.7.4.6 具有停放制动功能的制动夹钳单元，应可在车辆两侧手动缓解。

8.7.4.7 停放制动力至少应能满足超常有效载荷动车组在 20‰坡度线路安全停放的要求。动车组运行过程中停放制动意外施加应自动施加紧急制动。

8.8 网络及监控系统

8.8.1 一般要求

8.8.1.1 网络控制系统可由多级网络构成，宜采用以太网或分布式总线方式，应符合 GB/T 28029（所有部分）的相应规定。

8.8.1.2 网络控制系统负责动车组的控制、监视和诊断，为动车组各子控制系统和模块提供各种实时控制信号，应具备对各子系统的监控、故障诊断和记录功能。

8.8.1.3 网络控制系统应具有冗余功能，列车级、车辆级总线及重要控制设备应设置冗余，不应因单一总线或控制设备故障，影响动车组的正常运行。

8.8.1.4 网络控制系统设备应符合 GB/T 25119 的规定。

8.8.1.5 网络控制系统应根据手动或自动过分相信号实施过分相控制。

8.8.1.6 网络控制系统应具有目标速度设定模式的恒速运行控制功能，目标速度由人机界面或司机控制手柄等方式设定，通过自动调节牵引力或制动力实现恒速功能。

8.8.1.7 应设置车载信息无线传输设备，具备动车组运行信息和故障信息等数据的实时传输功能，并采取网络安全措施进行信息安全隔离及传输防护。

8.8.1.8 网络控制系统应能存储动车组的工作状态及故障信息，应能通过网络控制系统上的标准服务接口监测和下载联网各系统的工作状态及故障信息。

8.8.2 故障诊断

8.8.2.1 故障诊断功能由中央控制单元或各子系统控制器完成。对于每个连接到车辆总线上的子系统控制单元，在单个子系统部件发生故障时，故障诊断系统应根据动车组的故障情况及该子系统部件故障对运营的影响程度，对故障综合评估并给出合适的应急指引。

8.8.2.2 监控系统应能对动车组主要设备的运行状态和故障进行自动信息采集、记录和显示，可兼有对列车辅助设备的控制功能，并可将数据读出和打印。

8.8.2.3 应根据故障性质对故障信息实施分类管理，诊断的主要信息、动车组状态信息以及故障处理对策在司机操纵台和监控室（如有）显示屏显示。

8.8.2.4 具备故障数据本地下载功能，应配备中文环境下的信息转储与故障分析软件。

8.8.3 运行性能安全监测

8.8.3.1 网络控制系统应能对动车组及各个重要功能系统的重要部件的性能进行实时监测和报警。

8.8.3.2 安全监测应能对轴箱轴承温度、电机及齿轮箱轴承温度、烟雾和火灾报警、高压系统工作状态、制动系统工作状态、车载供电系统状态和车门状态等进行监测。

8.8.3.3 主要安全监测数据和故障及报警信息应能通过车载信息无线传输设备实时传送至地面。

8.9 旅客信息系统

8.9.1 一般要求

8.9.1.1 动车组应设旅客信息系统，具有车内信息显示、公共广播、内部通讯、视频监控、运行状态监控及告警等功能。

8.9.1.2 车内外显示信息应具有可编辑功能。

8.9.1.3 客室宜设视频信息显示装置，可播放视频信息。

8.9.1.4 动车组应具有司机室对司机室的通讯等功能。

8.9.1.5 客室内应设乘客紧急对讲装置，具备乘客与司机之间双向通讯功能，提示司机以便及时采取应急措施。

8.9.1.6 设千兆以太网通信，为旅客信息系统提供全列通信传输的骨干网络。

8.9.2 列车广播

8.9.2.1 列车广播应具有自动报站及司机对乘客广播的功能。旅客信息系统提供的公共广播应包含人工广播和自动广播。

8.9.2.2 人工广播通过司机室内或乘务员室（如有）内控制终端向全列或单车进行公共广播。

8.9.2.3 人工广播应由蓄电池供电，可在紧急情况下进行人工广播。

8.9.2.4 自动广播由旅客信息系统主机根据列车行驶线路或信号系统给出的触发信号自动触发，并通过车内扬声器进行广播，自动广播的内容与车内显示的信息同步。

8.9.2.5 司机室扬声器可单独调节音量。

8.9.3 视频监控系统

客室视频监控的存储容量应满足连续存储90天的要求。

8.10 车内环境控制系统

8.10.1 空调系统

8.10.1.1 每辆车应设置独立的空调系统，应采用车顶单元式空调机组，空调机组应符合 TB/T 1804 的规定，应具备人工/自动控制的功能。

8.10.1.2 客室空调装置的新风口和风道设置应满足制冷效果及乘客舒适性的要求，正常有效载荷工况下，人均新风量最小值应满足 GB/T 33193.1 的规定。

8.10.1.3 司机室可设置独立空调装置或共用客室空调装置，具备人工/自动控制的功能，应保证司机室内新鲜空气流量不小于每人 30 m³/h，且可调节气流。

8.10.1.4 每节车厢均设置应急通风功能。正常有效载荷工况下，人均新风量最小值应满足 GB/T 33193.1 的规定。

8.10.1.5 可根据地域需要设采暖装置，采暖方式宜采用热泵或电加热。

8.10.1.6 空调系统应能接收动车组的开关门信号，并通过联动控制通风设备主动调节车内压力，抑制车内压力波动，以减小车门开关时受到的阻力。

8.10.1.7 动车组空调机组应采用无气味、无毒且对人体无害的生态环保型制冷剂。

8.10.2 照明

8.10.2.1 车内应设有照明，并符合 TB/T 2917.1 的规定，司机室照明可手动调节。

8.10.2.2 车内应设有应急照明装置，并符合 TB/T 3414 的规定。

8.10.3 整车隔热系数

静止状态下车辆整车隔热系数应符合 GB/T 33193.1 的规定。

8.11 供排水与卫生系统（如有）

8.11.1 一般要求

根据运用需求可设供排水与卫生系统，包括给水装置、卫生间、污物箱、电热开水器等。具有供水、集污、防冻排空功能。

8.11.2 供水装置

8.11.2.1 给水装置的注水口分设车体两侧，应设有防污染装置。注水口型式符合 TB/T 1720 的规定。

8.11.2.2 给水装置由水箱及管路系统组成，应有水位显示功能，应设置溢流装置。供水管路系统应有防冻、防腐措施。

8.11.3 卫生间

8.11.3.1 根据运用需求设置卫生间的数量，至少设置 1 个无障碍卫生间。卫生间应通风良好，各卫生设施应易于维修和清理。卫生间应符合 TB/T 3337 的规定。

8.11.3.2 采用真空集便装置，符合 TB/T 3338.2 的规定，振动冲击性能符合 GB/T 21563 的规定。

8.11.4 污物箱

污物箱应设加热装置，具有防冻保温功能，容量应根据运用需求设定。

8.11.5 电热开水器

电热开水器结构应简单、实用、安全可靠，且便于维护和保养，易损件应便于更换。电热开水器应具有缺水保护功能和保温功能，应设置安全解锁按钮及安全提示标识。

8.12 车内设施

8.12.1 客室地板应采用阻燃性材料，具有良好的隔音隔热性能。地板布应具有良好的抗拉强度、耐磨性、阻燃性、防化学腐蚀、防水和防静电性能。

8.12.2 客室内顶板、墙板和端墙板应采用阻燃、易清洁的材料制造。

8.12.3 客室内布置适量的座椅，座椅形状应满足人体工程学要求。客室内适当位置设特需乘客（老、幼、病、残、孕）专席，并设相应的标志。

8.12.4 客室内站立区宜设置适量的扶手、吊环等设施。

8.12.5 每列车应设轮椅区及相应的标志，并应设有轮椅固定装置。

8.12.6 各车应配置一定数量干粉灭火器、水基型灭火器等适用于电气装置和油类灭火的消防设施，灭火器符合 GB 4351 的规定。

8.12.7 动车组应满足乘客迅速疏散的要求。各车厢内设与司机室紧急联络用紧急报警装置，当火灾发生时，旅客和乘务人员均可通过操作该装置通知司机。

8.12.8 监控室（如有）应设置动车组运行状态监控装置，具有列车控制和管理系统（TCMS）的人机接口（HMI）、受电弓视频监控、扬声器等显示动车组设备状态及故障信息的功能。

8.12.9 乘务员室（如有）应设置与列车服务相关的功能设施，设有广播、乘客信息等显示的操作设施、扬声器及电话装置。

8.13 驾驶设施

- 8.13.1 司机室的设备布置应科学合理、符合人体工程学，便于使用和维修。
- 8.13.2 司机室的控制开关、显示仪表和显示屏应按功能进行分区，采用标准化设计，并采取防止误操作措施。
- 8.13.3 司机室布置应保证司机的外部视野清晰且方便工作，司机室视野应符合 TB/T 3491 的规定。
- 8.13.4 司机室前窗应采用无色透明安全玻璃，具有除霜、除雾及防冻功能，符合 TB/T 1451 的规定。
- 8.13.5 司机室应设置刮雨器，应具有遮阳措施。
- 8.13.6 司机室两侧应设侧窗。司机室不设置登乘门时，侧窗至少满足 500 mm×400 mm 的通过尺寸，确保在紧急情况下，司机能够从侧窗撤出司机室。
- 8.13.7 司机操纵台台面采用耐磨、耐用、防火并应对光线无强烈反射且易于清洁的材料。
- 8.13.8 司机操纵台应设置司机控制器、紧急断电按钮、紧急制动按钮、开/关门按钮等设备。
- 8.13.9 司机室应设置警惕装置，符合 TB/T 3333—2025 的要求，司机警惕模式应符合 TB/T 3333—2025 中 6.2.2 模式 1 的要求。
- 8.13.10 司机座椅高度、前后位置应可调节，可设置水杯托架。
- 8.13.11 司机室内根据需要可设带强迫循环功能的电热采暖装置。
- 8.13.12 司机室内应设置全列客室侧门开闭状态显示装置，并应便于司机观察。
- 8.13.13 司机室前端应设置风笛或电笛，风笛应符合 TB/T 3051.2 的规定，电笛应符合 TB/T 2325.3 的规定。
- 8.13.14 司机室前端设置前照灯及标志灯。前照灯宜采用气体放电光源或 LED 光源，具备远近光变换功能，应符合 TB/T 2325.1 的规定。标志灯宜采用 LED 光源，具备红白切换功能，应符合 TB/T 2325.2 的规定。司机室应设阅读灯。
- 8.13.15 司机室显示屏、按钮、指示灯、仪表分辨率及色温设计应满足夜间行车需求。
- 8.13.16 司机室内设 AC 220 V/50 Hz 的插座。

9 动车组与车载列控设备接口

9.1 通用要求

- 9.1.1 动车组与车载列控设备接口分为两种：动车组与 ATP 车载设备接口、动车组与 ATO 车载设备接口。
- 9.1.2 动车组设置用于安装车载列控设备的空间及接口，接口应具有足够的机械强度；所安装的车载列控设备冲击振动性能应满足 GB/T 21563 的规定，安装后应符合车辆限界要求；接口设置应便于操作和维护。
- 9.1.3 动车组设置车载列控设备供电电源，供电电压应符合 GB/T 25119 要求。
- 9.1.4 动车组应设置相应接口功能，用于接收和响应车载列控设备的控制指令，用于接收、输出、记录相关状态信息。
- 9.1.5 动车组制动系统应能同时接收动车组设备、车载列控设备输出的多个制动指令，实施其中最高级别的制动；动车组设备、车载列控设备输出的制动指令只能由各自输出源撤销。
- 9.1.6 安装车载列控设备后，动车组整车的电磁兼容仍应满足 GB/T 24338.3—2018 的要求。
- 9.1.7 在车载列控设备处于正常工作、故障或隔离状态时，动车组对牵引、制动、高压系统的控制、

诊断和保护功能应保持一致，动车组对车门的防护功能应保持一致。

9.1.8 在车载列控设备处于正常工作、故障或隔离状态时，司机警惕装置均应正常工作。

9.1.9 动车组与车载列控设备间接口或接口功能发生变化时，应进行相关试验。

9.2 动车组与 ATP 车载设备接口

9.2.1 动车组与 ATP 车载列控设备间设置硬线接口，用于接收 ATP 车载列控设备向动车组输出的制动、过分相使能及命令等控制指令，用于动车组向 ATP 车载列控设备输出手柄位置、制动状态等信息。

9.2.2 动车组具备采集 ATP 车载列控设备隔离状态的功能，具备 ATP 车载列控设备隔离后自动限速的功能。

9.3 动车组与 ATO 车载设备接口

9.3.1 动车组与 ATO 车载设备接口包含动车组与 ATP 车载设备接口、动车组与 ATO 车载设备接口，分为硬线接口及网络接口。

9.3.2 在满足 9.2 的要求的基础上，动车组与 ATP 车载列控设备间增加相应硬线接口，用于接收 ATP 车载设备向动车组输出的 ATO 有效、车门使能等控制指令。

9.3.3 动车组与 ATO 车载设备间设置相应硬线接口，用于接收 ATO 车载设备向动车组输出的开门指令，用于动车组向 ATO 车载设备输出开/关门状态等信息。

9.3.4 动车组与 ATO 车载设备间设置网络接口，应符合 GB/T 28029（所有部分）的规定，可采用多功能车辆总线（MVB）或以太网等形式，用于接收 ATO 车载设备向动车组输出的牵引/制动等控制指令和 ATO 状态信息，用于动车组向 ATO 车载设备输出车辆相关参数、主断路器状态、门控模式等信息和反馈接收到的 ATO 控制指令。

9.3.5 ATO 车载设备有效时，动车组执行 ATO 控制指令；当动车组检测到不满足 ATO 使用条件或 ATO 退出时，动车组不应执行 ATO 车载设备输出的控制指令。

9.3.6 ATO 车载设备输出的牵引控制量范围应按照动车组牵引控制量的范围进行设置，控制量数值应保持一致；ATO 车载设备有效时，动车组按接收到的 ATO 牵引控制量进行控制。

10 高寒特殊技术要求

10.1 一般要求

10.1.1 动车组应满足在-25℃气温条件下启动、-40℃气温条件下持续运行的要求。

10.1.2 车顶、车端、车下、转向架等区域安装的设备宜采用抗击打性能较好的材料或防护措施，且应易于更换。

10.1.3 车顶、车端、车下、转向架等易积雪区域应采用密闭结构、导流造型、低附着力材料等措施。

10.1.4 转向架、牵引、车钩、车门等系统关键部件润滑油脂应满足-40℃气温条件下的运行、存储要求。

10.1.5 转向架区域速度传感器、加速度传感器和温度传感器的防护等级应满足 GB/T 4208 中规定的 IP68，其余车外连接器的防护等级应满足 GB/T 4208 中规定的 IP67。

10.1.6 不同材料组合装配时，应避免材料膨胀系数差异导致部件或结构剥离、胀裂、泄漏等情况发

生。

10.2 车体

- 10.2.1 车体材料应满足-40℃气温条件下的运用、存储要求。
- 10.2.2 车体结构外露型腔、过线孔、过管孔应采用密封结构或措施。
- 10.2.3 车体结构应有冷凝水排水孔或采用排水措施。
- 10.2.4 车下设备吊装所用的橡胶元件低温静态刚度应符合 TB/T 2843 规定。
- 10.2.5 设备舱（如有）采用的密封胶条低温性能应满足动车组低温运行要求。
- 10.2.6 在-40℃气温、车内空调正常工作条件下，车门自动开/关门、障碍物检测和紧急解锁等功能应正常；-40℃气温条件下，车外紧急解锁操作功能应正常。
- 10.2.7 在-40℃气温条件下，车门外部胶条变硬、胶条润滑脂低温摩擦系数增大等引起的开门阻力变大时，开/关门功能应正常。
- 10.2.8 侧窗低温性能应满足-40℃气温条件下正常使用要求。

10.3 车端连接系统

- 10.3.1 机械钩头连挂面和电气车钩前端应设有加热装置，当外界温度低于 5℃时，加热装置启动。
- 10.3.2 非连挂状态的电气车钩的防护等级不应低于 GB/T 4208 中规定的 IP55；连挂状态的电气车钩防护等级不应低于 GB/T 4208 中规定的 IP56。
- 10.3.3 内风挡棚布低温脆性应满足-40℃要求。
- 10.3.4 外风挡（如有）胶囊应具有低温回弹性，胶囊低温脆性应满足-40℃要求。
- 10.3.5 前端开闭机构（如有）头罩周圈及中间缝隙处应设置密封胶条，密封胶条的低温性能应满足-40℃气温条件下的运行要求。

10.4 转向架

- 10.4.1 构架表面应采用减少结冰、积雪的涂层。
- 10.4.2 钢制螺旋弹簧应采用防止冰雪堆积的防雪罩包覆。
- 10.4.3 空气弹簧气密性应满足-40℃气温条件下的运行要求。空气弹簧宜采用防冰雪堆积结构或措施。
- 10.4.4 高度调整阀应具有耐寒、耐雪和防止排风口处冻结的能力。
- 10.4.5 构架、车轴、车轮、轴箱弹簧等主要承载部件材料的低温冲击性能应满足低温运行要求，定位节点、牵引拉杆节点的低温静态刚度应符合 TB/T 2843 的规定，轴箱轴承、齿轮箱、联轴节用润滑油脂应能满足-25℃低温启动和-40℃低温运行、存储要求。

10.5 高压系统

- 10.5.1 受电弓落弓止挡应采用避免受电弓冻结在止挡上无法升弓的措施。
- 10.5.2 在受电弓弓头、上臂积雪的情况下，动车组应能完成正常升弓操作。
- 10.5.3 受电弓底架、弓头、风管和气囊等零部件应采用耐低温材料，满足-40℃气温条件下受电弓正常工作的要求。

10.6 牵引系统

10.6.1 牵引变压器、牵引变流器、辅助变流器等车外安装的箱体或框架的材质、密封件、悬吊弹性元件应采用耐低温材料，满足-40℃气温条件下的运行要求。

10.6.2 牵引电机应满足在低温冰雪条件下持续运行的要求，牵引电机绕组应采取防冰雪融水、冷凝水导致短路的措施；接线盒应采取密封措施，防护等级不应低于 GB/T 4208 中规定的 IP55。

10.6.3 牵引电机采用的润滑脂应满足-40℃低温要求。

10.6.4 牵引电机机壳、转轴、端盖等部件采用的材料应满足-40℃低温要求。

10.7 辅助供电

10.7.1 充电机、蓄电池等车外安装的箱体或框架的材质、密封件、悬吊弹性元件应采用耐低温材料，满足-40℃气温条件下的运行要求。

10.7.2 蓄电池应满足-40℃气温条件下应急供电的要求。

10.8 制动系统

10.8.1 风源系统输出空气质量不应低于 GB/T 13277.1 中规定的 3:2:3 级要求。

10.8.2 主供风单元和辅助供风单元应满足-25℃低温启动及-40℃低温运行要求，主供风单元可配有润滑油低温预加热系统。

10.8.3 风源系统应具备低温加热功能，保证在-40℃温度下干燥器排水功能正常。

10.8.4 撒砂喷嘴区域应设加热系统。

10.8.5 基础制动装置应具有防冻结功能。

10.8.6 制动夹钳单元的制动缸应采用防止呼吸孔堵塞的防护结构。

10.9 给排水与卫生系统（如有）

10.9.1 给排水及卫生系统应具有防寒措施，满足-40℃气温条件下的运行要求。

10.9.2 净水箱和供水管路应外包覆防寒材料，应设置加热装置。

10.9.3 污物箱应设置加热装置，箱体表面包覆防寒材料。

10.9.4 排污管路应缠绕伴热线并包覆防寒材料。

10.10 驾驶设施

10.10.1 司机室前窗玻璃应具有电加热功能，满足-40℃气温条件下的运行要求。

10.10.2 刮雨器停止位置应在前窗玻璃的加热区域范围内，应能清除刮刷范围内前窗玻璃表面的浮雪以及前窗玻璃解冻后的残留积雪。

11 智能技术要求

11.1 一般要求

基于云计算、大数据、物联网、人工智能、5G、北斗导航等新技术与动车组技术的深度融合，实现智能化提升，可在司机智能交互、控制与诊断、安全监控、旅客智能服务、整备与维护等方面选配。

11.2 司机智能交互

通过优化显示界面、提升语音报警提示清晰度、司机室辅助设备智能语音识别操作等，简化司机操作，提升司机驾驶的舒适性和操作便利性。

11.3 智能控制与诊断

通过扩大和提升故障诊断、故障隔离、故障自动处置范围及效率，进行故障精准定位、自动隔离及自复位，简化故障处置流程。动车组应具备智能牵引与制动控制策略，为司机推荐或自动执行最节能的牵引和惰行策略。

11.4 智能安全监控

通过对走行部、高压系统、防火及其它子系统的工作状态监控，可包括轴承故障诊断、升弓气路泄露检测、燃弧率监测等，提升动车组安全监测水平和故障预测能力。

11.5 旅客智能服务

通过具有良好人因工程的服务设施与功能设计、温馨舒适的车内环境、丰富便捷的旅客信息显示及推送，体现设计友好、具有人文关怀的旅客服务。动车组宜通过获取外部环境数据，实现自动将车厢内照明和空调系统调节至合适状态，降低能耗。

11.6 智能整备与运维

通过应用多种智能感知与检测设备，进行信息共享、数据融合、综合诊断、科学决策，可实现智能整备和元器件寿命临近、高压部件绝缘不良、滤网堵塞等故障预测及健康管理。

12 试验方法

12.1 牵引性能试验

12.1.1 起动加速试验

12.1.1.1 试验条件

型式检验时，动车组为指定载荷状态；网压AC 25 kV~29 kV；线路黏着条件良好；风速不大于3.3 m/s。

12.1.1.2 试验方法

按照TB/T 3586—2023的第5章进行试验，计算动车组正常有效载荷状态平均加速度和剩余加速度，还应进行以下试验：

- a) 在超常有效载荷工况下，当损失部分动力时，应具有在30‰坡道上起动加速能力和维持运行能力；
- b) 在整备状态下，应具有在30‰坡道上牵引（或推送）另一列相同编组超常有效载荷的无动力动车组运行至下一车站的能力；
- c) 验证紧急牵引模式下的牵引功能。

12.1.2 牵引特性试验

12.1.2.1 试验条件

动车组为正常有效载荷状态；网压AC 25 kV~29 kV；线路黏着条件良好。

12.1.2.2 试验方法

应按照TB/T 3586—2023的第6章进行。

12.1.3 电气制动特性

12.1.3.1 试验条件

动车组为正常有效载荷状态；网压AC 25 kV~29 kV；线路黏着条件良好。

12.1.3.2 试验方法

12.1.3.2.1 电气制动特性

按照TB/T 3586—2023的第7章进行。

12.1.3.2.2 电气制动和其他制动方式转换试验

动车组在到达分相区前加速至目标速度后，施加电气制动直至通过该分相区。检查通过分相区过程中动车组是否可由电气制动转换到其他的制动形式。为避免试验时动车组停于接触网无电区，应核算制动距离和无电区位置。

动车组工作在电气制动工况运行中，实施网压中断，检查动车组是否可由电气制动转换到其他的制动形式。

12.1.4 防空转/电制滑行性能试验

12.1.4.1 试验条件

线路黏着条件良好，允许喷洒减摩液。

12.1.4.2 试验方法

按照TB/T 3586—2023的第9章进行。

12.1.5 速度控制系统试验

12.1.5.1 试验条件

型式检验时，选取具有起伏坡道和曲线的线路，坡道不超过12‰。

12.1.5.2 试验方法

记录动车组在不同速度级，定速运行时的速度、时间及电气参数。

动车组在运行过程中实施牵引、制动、惰行三种不同工况之间转换的操作，记录转换过程中的动车组速度变化情况及加速度变化率。

12.1.6 牵引系统温升试验

12.1.6.1 试验条件

动车组为正常有效载荷状态，网压AC 25 kV~29 kV。

12.1.6.2 试验方法

按照TB/T 3586—2023的第8章进行。

12.1.7 运行阻力试验

12.1.7.1 试验条件

动车组为正常有效载荷状态；线路黏着条件良好，明线平直道；风速不大于3.3 m/s，温度为-25℃~40℃。

12.1.7.2 试验方法

按照TB/T 3588—2023的第4章进行。

12.1.8 网压波动试验

12.1.8.1 试验条件

网压可调节。

12.1.8.2 试验方法

按照TB/T 3586—2023的第10章进行。

12.1.9 网压突变试验

12.1.9.1 试验条件

网压可调节和突变。

12.1.9.2 试验方法

按照TB/T 3586—2023的第11章进行。

12.1.10 网压中断试验

12.1.10.1 试验条件

网压可中断和恢复。

12.1.10.2 试验方法

按照TB/T 3586—2023的第12章进行。

12.2 制动性能试验

12.2.1 静态传动效率试验

12.2.1.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

制动控制单元工作状态正常，试验过程中不应更换制动软件版本。

动车组处于整备状态、正常有效载荷状态和超常有效载荷（可通过软件模拟）。

12.2.1.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.4进行。

12.2.2 保持制动试验

12.2.2.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

制动控制单元工作状态正常，试验过程中不应更换制动软件版本。

动车组处于整备状态、正常有效载荷状态和超常有效载荷（可通过软件模拟）。

12.2.2.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.6进行。

12.2.3 停放制动试验

12.2.3.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

制动控制单元工作状态正常，试验过程中不应更换制动软件版本。

动车组停放制动能够正常施加和缓解。

12.2.3.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.5进行。

12.2.4 静态制动性能试验

12.2.4.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

制动控制单元工作状态正常，试验过程中不应更换制动软件版本。

动车组分别处于整备状态、正常有效载荷状态和超常有效载荷（可通过软件模拟）。

12.2.4.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.3进行。

12.2.5 制动运行试验

12.2.5.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

制动控制单元工作状态正常，试验过程中不应更换制动软件版本。

型式检验时，动车组应处于整备状态和超常有效载荷；出厂检验时，动车组可处于整备状态。

试验宜在平直线路上进行，线路黏着状态良好。

制动盘和制动闸片应经过适当磨合。制动盘摩擦面应平整光滑，无明显犁沟。闸片厚度在规定范围内，接触面积不应小于80%，每次试验前制动盘和闸片温度不应超过规定值。试验过程中如需更换闸片，应换装同一批次闸片。

12.2.5.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.7进行。

12.2.6 防滑保护性能试验

12.2.6.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

制动控制单元工作状态正常，试验过程中不应更换制动软件版本。

试验宜在平直线路上进行，动车组为整备状态或超常有效载荷。

制动盘和制动闸片应经过适当磨合。制动盘摩擦面应平整光滑，无明显犁沟。闸片厚度在规定范围内，接触面积不应小于80%，每次试验前制动盘和闸片温度不应超过规定值。试验过程中如需更换闸片，应换装同一批次闸片。

12.2.6.2 试验方法

按照TB/T 3009的规定进行试验。

12.3 风源系统试验

12.3.1 总风缸气密性试验

12.3.1.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到规定压力的上限，干燥器工作状态正常。

12.3.1.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.2.4.1.1进行。

12.3.2 整车压缩空气系统气密性试验

12.3.2.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

12.3.2.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.2.4.1.2进行。

12.3.3 升弓风缸气密性试验

12.3.3.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到规定压力的上限，干燥器工作状态正常。

12.3.3.2 试验方法

隔离升弓风缸及其附属管路与总风的通路，辅助空压机不工作，降下受电弓，测试在规定的时间内升弓风缸及其附属管路压力下降值。

12.3.4 主空压机供风能力试验

12.3.4.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

12.3.4.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.2.4.2.1进行。

12.3.5 辅助空压机性能试验

12.3.5.1 试验条件

蓄电池电压满足要求。

12.3.5.2 试验方法

按照TB/T 3402—2015的6.2.4.3.1进行。

12.3.6 其他压缩空气设备试验

12.3.6.1 试验条件

试验前主空压机应连续运转至整列车的储风缸及相应管路达到正常工作压力，干燥器工作状态正常。

12.3.6.2 试验方法

测试压缩空气设备功能是否正常，设定值是否正确。例如：安全和保护装置、压力调节器、压力传感器和压力开关等。

12.4 动力学性能试验

12.4.1 运行稳定性试验

12.4.1.1 试验条件

试验条件应符合GB/T 5599—2019中第6章和第7章的规定。动车组处于整备状态和超常有效载荷。

12.4.1.2 试验方法

试验应按GB/T 5599—2019的规定进行。

12.4.2 横向稳定性试验

12.4.2.1 试验条件

试验条件应符合GB/T 5599—2019中第6章和第7章的规定。动车组处于整备状态和超常有效载荷。

12.4.2.2 试验方法

试验应按GB/T 5599—2019的规定进行。

12.4.3 运行品质试验

12.4.3.1 试验条件

试验条件应符合GB/T 5599—2019中第6章和第7章的规定。动车组处于整备状态和超常有效载荷。

12.4.3.2 试验方法

试验应按GB/T 5599—2019的规定进行。

12.4.4 运行平稳性试验

12.4.4.1 试验条件

试验条件应符合GB/T 5599—2019中第6章和第7章规定。动车组处于整备状态和超常有效载荷。

12.4.4.2 试验方法

试验应按GB/T 5599—2019的规定进行。

12.5 受电弓及弓网受流性能试验

12.5.1 受电弓静态性能试验

12.5.1.1 试验条件

受电弓各部分处于正常技术状态；升弓风缸达到额定工作压力，受电弓试验期间能在额定气压下工作。

12.5.1.2 试验方法

12.5.1.2.1 静态接触力

测量受电弓上升和下降时在不同高度的静态接触力，受电弓升降速度为0.05 m/s，绘制受电弓的静态接触力曲线。

12.5.1.2.2 升降弓时间特性

受电弓在额定压力的压缩空气驱动下，测试受电弓的升降弓时间，观察受电弓的动作状态。

12.5.1.2.3 紧急降弓系统性能

在最高工作高度和高于最低工作高度20%的两个位置测试自动降弓装置（ADD）的动作时间。

模拟ADD启动，测量从模拟故障信号产生至受电弓下降200 mm的时间。

12.5.1.2.4 横向刚度

型式检验时，受电弓在最高工作高度处，在受电弓框架顶端左右两侧分别施加300 N的力，测量其两侧的位移。

12.5.2 弓网受流性能试验

12.5.2.1 试验条件

受电弓静态试验各项指标合格后，方可进行弓网受流性能试验。

试验应在动车组即将投入运营的线路或同等条件的线路上进行，接触网应处于良好的运行状态。

最高试验速度为最高运行速度的1.1倍，试验速度应在最高运行速度下分若干速度级。

12.5.2.2 试验方法

12.5.2.2.1 弓网接触力

在被测受电弓弓头上安装测力传感器来测量弓网接触力。测试系统不应对所测结果造成影响，不影响受电弓的运行性能。测力传感器的形状和安装个数应根据受电弓弓头的具体情况确定。

12.5.2.2.2 燃弧

在动车组车顶上安装燃弧传感器，测定燃弧发生的地点，统计燃弧时间和次数，检出最大燃弧时间。记录不同车速运行状态下的数据，按照公式（1）计算试验区间的燃弧率 μ 。

$$\mu = \frac{\sum t_{arc}}{t_{total}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\sum t_{arc}$ ——单次燃弧持续时间大于5 ms的燃弧时间总和，单位为秒（s）；

t_{total} ——测量总时间，单位为秒（s）。

12.5.2.2.3 垂向加速度（硬点）

在受电弓滑板底面安装加速度传感器，测量受电弓运行时垂直方向的加速度。

12.5.3 接地回流装置检查

12.5.3.1 试验条件

动车组静置，降弓且无外接电源。

12.5.3.2 试验方法

检测各连接线的长度、接线端子所处的位置及接触面的大小是否满足设计要求。

检查各连接线及变压器一次绕组侧绝缘电缆连接线、轮对车轴上回流线的截面尺寸。
采用伏安法测量变压器原边绕组接地点至该变压器所在车辆轮对间的电阻。

12.6 列车网络控制系统试验

12.6.1 基本功能试验

12.6.1.1 试验条件

动车组各项基本功能正常。

12.6.1.2 试验方法

检查整个网络控制系统能否被正常激活，系统内各设备通信能否正确建立，设备状态显示是否正常。在显示屏上检查相关信息显示及设备连接情况。

系统启动后，至少进行如下网络配置和基本功能检查：

- a) 升/降受电弓，合/分主断路器；
- b) 动车组方向和左右侧的正确辨识；
- c) 车辆网络序列号的正确建立；
- d) 车门控制；
- e) 牵引/制动手柄操作低速走车/停车；
- f) 恒速运行；
- g) 空调控制；
- h) 照明控制；
- i) 自动警惕装置隔离；
- j) 司机室换端；
- k) 给水卫生系统状态监测（如有）
- l) 关键信息设置（如轮径）；
- m) 子系统软件版本。

12.6.2 冗余功能试验

12.6.2.1 试验条件

动车组各项基本功能正常，无网络设备故障。

12.6.2.2 试验方法

检查网络通道冗余、主从切换等功能是否满足设计要求。

动车组网络控制系统各项基本功能正常，根据实际网络拓扑，通过模拟故障进行冗余功能试验，记录动车组的响应。故障设置包括但不限于以下内容：

- a) 将关键网络节点或终端设备置于故障状态；
- b) 分别切断列车级网络的一个通道和同时切断两个通道；
- c) 分别切断车辆级网络的一个通道和同时切断两个通道；
- d) 将车辆网上非网络管理器节点置于故障状态；
- e) 冗余设备双重故障（如一个中央控制单元和一个网关同时故障）。

12.6.3 逻辑控制试验

12.6.3.1 试验条件

动车组各项基本功能正常，无网络设备故障。

12.6.3.2 试验方法

检查列车主要逻辑控制功能，包括但不限于以下内容：

- a) 司机室占用冲突；
- b) 控制顺序（如受电弓、主断路器、方向开关、牵引操作顺序等）；
- c) 操作联锁（如牵引与制动联锁，牵引与车门联锁等）；
- d) 设备切除；
- e) 比例制动（如有）和保持制动；
- f) 撒砂；
- g) 超员报警（如有）；
- h) 自测试功能（如有）。

12.6.4 故障诊断系统试验

12.6.4.1 试验条件

动车组各项基本功能正常，无网络设备故障，显示屏功能正常。

12.6.4.2 试验方法

检查网络控制系统的主要故障诊断功能是否正常。

通过在动车组上模拟故障，检查网络控制系统能否正确做出响应，并准确显示、记录或传送相关的信息，包括但不限于以下内容：

- a) 诊断系统功能试验（包括各主要子系统故障诊断和安全导向，如烟火报警、轴温报警、牵引系统超温和轴抱死等）；
- b) 故障等级分类；
- c) 故障格式内容检查；
- d) 面向不同对象的故障检查；
- e) 故障转储功能；
- f) 安全环路。

12.7 旅客信息系统试验

12.7.1 试验条件

旅客信息系统工作正常。

12.7.2 试验方法

检查旅客信息系统的功能，包括但不限于以下内容：

- a) 广播功能：全列广播或单车广播、冗余功能等；

- b) 通话功能：司机、车厢乘务员（如有）、乘客间通话等；
- c) 影音功能：音频、视频、收音机、电视播放等；
- d) 内容预录功能；
- e) 广播和通话优先级；
- f) 车内信息显示；
- g) 车外信息显示（如有）。

12.8 网络重联控制功能试验

12.8.1 试验条件

动车组重联控制功能正常。

12.8.2 试验方法

动车组重联后，从操作或驾驶的角度应进行包括但不限于以下试验：

- a) 牵引和制动电路；
- b) 换端操作和禁止双端操作；
- c) 后前弓禁升操作；
- d) 故障显示与报警；
- e) 门的操纵；
- f) 用于制动或门控制的安全回路；
- g) 照明、采暖及其他辅助设备的控制；
- h) 乘客紧急对讲；
- i) 旅客信息系统。

12.9 辅助电气设备试验

12.9.1 辅助电气设备和辅助电源试验

12.9.1.1 试验条件

型式检验时，网压可调节。

12.9.1.2 试验方法

在正常网压、高网压、低网压下，启动辅助供电设备，分别对辅助电气设备和辅助电源进行测试。同时验证相邻单元的相互支援功能和冗余功能。

按照TB/T 3587—2023中6.1、6.2和6.3的规定进行。

12.9.2 蓄电池充放电试验

12.9.2.1 试验条件

动车组静置状态。

12.9.2.2 试验方法

按照TB/T 3587—2023中6.4的规定进行。

12.10 安全与保护试验

12.10.1 安全设备检查

12.10.1.1 试验条件

动车组静置和低速动态运行。

12.10.1.2 试验方法

检查列车各安全相关设备能否按要求工作，检查包括但不限于以下项目：

- a) 音响告警；
- b) 乘客紧急对讲；
- c) 烟火报警；
- d) 速度和里程；
- e) 司机警惕。

12.10.2 安全措施检查

12.10.2.1 试验条件

动车组静置状态。

12.10.2.2 试验方法

进行包括但不限于以下检查：

- a) 由外部供电电源向高压回路供电的联锁是否作用正常；
- b) 电气设备保护性接地、漏电保护是否良好；
- c) 防止触及旋转部分的措施是否正常；
- d) 是否配备灭弧及防止电弧危害的设备；
- e) 是否配备消防设备；
- f) 是否配备使接触网接地的设备；
- g) 高温、高压和可动设备是否设置必要的警告标志；
- h) 是否配备逃生安全锤等设备。

12.10.3 电气系统的各种保护试验

12.10.3.1 试验条件

动车组静置和动态运行。

12.10.3.2 试验方法

该试验以模拟故障方式进行，观察并记录动车组保护动作和显示信息，确认其是否符合保护逻辑设计要求。故障模拟可采用以下方式：

- a) 故障外部条件的真实实施，如调节变电所网压、采用电缆实际短接或接地等；
- b) 接入信号源模拟传感器/互感器输出，如用恒流源输出模拟变压器原边电流信号等；

- c) 在控制软件中修改检测值或保护限值，如修改网压检测值超过保护限值、将变流器输出过流保护限值调小。

试验前应确认故障点设置的可操作性和安全性。

典型的主回路及牵引相关电气保护检查包括以下项目：

- a) 网压高或低；
- b) 牵引变压器原边过流；
- c) 牵引变压器次边过流；
- d) 牵引变流器输出过流；
- e) 牵引变压器次边绕组短路；
- f) 牵引变流器中间直流环节短路；
- g) 牵引变流器输出侧短路；
- h) 牵引变压器次边绕组接地；
- i) 牵引变流器中间直流环节接地；
- j) 牵引变流器输出侧接地；
- k) 牵引电机缺相；
- l) 牵引变压器油温过高；
- m) 功率模块故障；
- n) 速度信号丢失。

典型的辅助回路及辅助设备保护检查包括以下项目：

- a) 辅助变流器输出短路、接地；
- b) 冷却系统失效（如油泵、水泵、冷却风机停止运行）；
- c) 蓄电池欠压。

12.11 网侧谐波试验

12.11.1 试验条件

动车组以不同功率、不同速度等级运行。

12.11.2 试验方法

测试信号包括列车网侧电压、全列车或一个动力单元取用电流。

测试动车组网侧功率因数、电流总谐波畸变率和等效干扰电流。

电流总谐波畸变率 THD_i 按公式（2）计算：

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{100} I_n^2}}{I_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

I_1 ——基波电流，单位为安（A）；

I_n ——谐波电流（ $n=2, 3, \dots\dots, 100$ ），单位为安（A）；

整车等效干扰电流 J_p 按公式（3）计算：

$$J_p = \sqrt{\sum_{n=1}^{60} S_n^2 \cdot I_n^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

S_n ——杂音评价系数，取自TB/T 3586—2023的表8；

I_n ——基波、谐波电流（ $n=1, 2, 3, \dots, 60$ ），单位为安（A）。

12.12 电磁兼容性和磁场环境试验

12.12.1 动车组对外射频骚扰测试

12.12.1.1 试验条件

试验条件应符合GB/T 24338.3—2018中6.3.1和6.3.2的规定。

12.12.1.2 试验方法

距轨道中心线10 m的位置架设测试天线，环形天线的高度应距轨面1 m~2 m，双锥和对数周期天线的高度应距轨面2.5 m~3.5 m。测试动车组静置、牵引、再生制动工况下产生的150 kHz~1 GHz对外部的射频骚扰。

动车组静置状态时，牵引变流器通电，辅助变流器应正常运行。

动车组以50 km/h $\pm$ 10 km/h运行，当经过测量天线时，以约1/3的最大牵引力进行加速和减速。

12.12.2 静电放电抗扰度试验

12.12.2.1 试验条件

动车组处于静置状态，升弓、合主断路器，车上所有的电气、电子控制装置均处于正常工作状态。

12.12.2.2 试验方法

按照GB/T 17626.2规定的方法，使用静电放电仪对列车司乘人员通常能触及到的装置（包括驾驶室司机台前面板、电气柜、控制单元、乘务员/机械师室的显示控制屏（如有）、通讯装置等）按下列要求进行放电操作：

- a) 严酷等级：3级；
- b) 接触放电： ± 2 kV、 ± 4 kV、 ± 6 kV；
- c) 空气放电： ± 2 kV、 ± 4 kV、 ± 8 kV。

观察试验期间及试验后各设备的工作状态。

12.12.3 内部电磁干扰试验

12.12.3.1 试验条件

动车组处于静置状态，主电路通电，车上所有的电气、电子控制装置均处于正常工作状态。

12.12.3.2 试验方法

检查动车组（一列或两列重联）受电弓、主断路器、开关、接触器、电磁阀、主、辅变流器的动作是否对动车组控制装置的正常运行产生影响，以保证不因电磁辐射或传导信号而对动车组电路产生有害的电磁干扰。

操作受电弓、主断路器、开关等，引起接触器、继电器以及电路中其他可能的干扰源动作各5次。

12.13 过电压试验

12.13.1 雷电过电压试验

12.13.1.1 试验条件

动车组静置。

被试列车可以是整列，也可以是其中的一个动力单元。

12.13.1.2 试验方法

断开动车组高压侧避雷器、高压互感器、主变压器和高压电缆，用导线连接冲击电压发生器电压输出端至列车受电弓。

通过受电弓对动车组施加雷电冲击，雷电冲击电压幅值为185 kV。

12.13.2 操作过电压试验

12.13.2.1 试验条件

动车组静置。

可以是整列，也可以是其中的一个动力单元。

12.13.2.2 试验方法

动车组主断路器断开和闭合操作时，测量动车组原边（网侧25 kV）、主变压器原、次边主电路中各测量点出现的操作过电压。操作次数不少于15次，每次操作距上一次操作时间间隔应大于15 s。

12.13.3 绝缘试验

12.13.3.1 试验条件

动车组静置。可以是整列，也可以是其中的一个动力单元。

12.13.3.2 试验方法

应分别对每个电压等级电路进行对地工频耐受电压试验，而此时其他所有电路宜接地。必要时接触器与开关电路应予闭合或短路，使试验电路的所有部件全部连接在内。有接地电路者应拆除，并采取措施以防电容或电感影响而在某些点上出现异常电压。

易受损伤的变流器与电子设备应在试验前预先切除或短路。

车顶高压布线和贯通电缆对地施加64 kV规定电压5 min。

12.14 噪声试验

12.14.1 车辆辐射噪声试验

12.14.1.1 试验条件

动车组为整备状态，除必要的测试人员外，无其他人员。车轮踏面没有明显缺陷，门窗关闭。动力单元处于正常负载工况。轨道应为正常养护状态。

非雨雪天气、风速不大于5 m/s。背景噪声比在此背景噪声下测量的车辆噪声至少低10 dB。其它试验条件应符合GB/T 5111的规定。

12.14.1.2 试验方法

12.14.1.2.1 静置时车辆辐射噪声测量

车载电器正常运行，测量A计权等效连续声压级，应至少进行3次有效测量，每次测量时间不少于20 s。如需评估车辆的其他负载工况或间歇运行状态，可进行附加测量。

12.14.1.2.2 运行时车辆辐射噪声测量

车载电器正常运行，测量列车通过时的A计权等效连续声压级，测量时间从列车头部通过测量点时开始，到列车尾部通过测量点时结束，应至少进行3次有效测量。

12.14.1.2.3 起动加速时车辆辐射噪声测量

车载电器正常运行，列车以最大牵引力从静止状态不断加速至40 km/h，然后减小牵引力维持该速度运行。采用最大值法进行测量时，测量时间从列车开始运行算起，并在列车尾部通过测量点横截面前方10 m处结束，测量列车起动加速过程中A计权声压级的最大值。采用平均值法进行测量时，测量时间从列车开始运行算起，列车尾部通过测量点横截面时结束，测量列车起动加速过程中的A计权等效连续声压级。应至少进行3次有效测量。

12.14.2 车辆内部噪声试验

12.14.2.1 试验条件

动车组为整备状态，除必要的测试人员外，无其他人员。车轮踏面没有明显缺陷，门窗关闭。动力单元处于正常负载工况。轨道应为正常养护状态。

背景噪声比在此背景噪声下测量的车辆噪声至少低10 dB。其他试验条件应符合GB/T 3449的规定。

12.14.2.2 试验方法

12.14.2.2.1 静置时车辆内部噪声测量

测量点布置应符合ISO 3381的规定。

车载电气正常运行，测量参数为A计权等效连续声压级 $L_{pAeq, T}$ ，应至少进行3次有效测量，每次测量时间不少于20 s。如受其他条件的影响，测量时间可缩短至5 s，该情况需在试验报告中说明并确认其合理性。

12.14.2.2.2 运行时车辆内部噪声测量

运行时车辆内部噪声的测量点布置、测量参数、测试时间同12.14.2.2.1。测试在最高速度下分若干速度级进行，运行速度稳定在其测试速度值的±5%以内。

12.14.2.2.3 起动加速或制动减速时车辆内部噪声测量

起动加速或制动减速时车辆内部噪声的测量点布置同12.14.2.2.1。

12.15 称重试验

12.15.1 试验条件

动车组静置。

测试前，释放影响称重结果的连接件，并缓解制动。除非另有规定，型式检验时，称重操作中车辆的载荷工况应为整备状态、正常有效载荷状态和超常有效载荷。

12.15.2 试验方法

按照TB/T 1740的规定进行。

12.16 限界试验

12.16.1 试验条件

动车组静置和低速动态运行。

试验在设置有限界规的平直道上进行。车辆的载荷工况应为整备状态和超常有效载荷。

12.16.2 试验方法

按照GB/T 16904.1的规定进行。

12.17 曲线通过试验

12.17.1 试验条件

动车组为整备状态，单车为空车状态。

线路包括规定的单车允许通过的最小曲线、列车允许通过的最小曲线和反向曲线。

注：空车状态是指对应整备状态下，未装载砂、水（如有），且无司乘人员的载荷工况。

12.17.2 试验方法

单车或动车组低速通过曲线，检查被试车及其关键零部件或车间连接件的状态。

12.18 照度试验

12.18.1 前照灯照度试验

12.18.1.1 试验条件

动车组处于静置状态，可短距离移动；背景光照度不应大于0.5 lx。

12.18.1.2 试验方法

按照TB/T 2325.1的规定进行。

12.18.2 室内照度试验

12.18.2.1 试验条件

试验前将照明设备打开，至少工作15 min。

12.18.2.2 试验方法

应按照TB/T 2917.1的规定进行。

12.19 空调通风、制冷与采暖性能试验

12.19.1 静置车辆通风性能试验

12.19.1.1 试验条件

被试车辆停放在实验室。

被试车辆外门关闭，车内各门应处于正常运用状态，水排空，车辆两端密封。

12.19.1.2 试验方法

根据通风性能试验工况，开启车内空调新风、供送风和排风设施，分别测量风量、微风速、车内外压差等数据。

12.19.2 静置车辆空调性能试验

12.19.2.1 试验条件

被试车辆停放在环境实验室。

被试车辆外门关闭，车内各门应处于正常运用状态，水排空，车辆两端密封。

12.19.2.2 试验方法

按制冷性能试验工况，开启空调、通风设施，分别测量温度、湿度、微风速等数据。

12.19.3 静置车辆采暖性能试验

12.19.3.1 试验条件

被试车辆停放在环境试验室。

被试车辆外门关闭，车内各门应处于正常运用状态，水排空，车辆两端密封。

12.19.3.2 试验方法

按采暖性能试验工况，开启加热、通风设施，分别测量温度、微风速等数据。

12.19.4 空调制冷运行试验

12.19.4.1 试验条件

动车组处于整备状态。

制冷试验时不载客，车内设置电加热器和加湿器，模拟人体热负荷。

外气温度为 $(33\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $80\%\pm 10\%$ ，特殊情况下可以超过上限值，但干球温度不能低于下限值。

12.19.4.2 试验方法

按制冷性能试验工况，开启空调、通风设施，分别测量温度、湿度、微风速等数据。

12.19.5 采暖运行试验

12.19.5.1 试验条件

动车组处于整备状态。

试验时不载客。

外气温度为设计规定温度 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，原则上不低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，特殊情况下可以低于上限值，但干球温度不能高于下限值。

12.19.5.2 试验方法

使用车装的空调采暖设备对车内进行升温 and 恒温试验。

试验开始前车内温度应保持在规定温度。

在最高运行速度下，空调机组和采暖装置分别处于自动位和强制位，分别测试温度、湿度、微风速和风量等。测量点布置应符合规定。

12.20 隔热性能试验

12.20.1 试验条件

动车组车辆停放在实验室。

12.20.2 试验方法

应按照GB/T 33193.2的规定进行。

12.21 重联运行试验

12.21.1 试验条件

两列动车组按规定方式重联。

12.21.2 试验方法

两列动车组重联工况下，主要进行牵引阻力、弓网受流性能、列车网络控制、小曲线通过等与重联有关的试验。

12.22 空气动力学试验

12.22.1 试验条件

试验线路应包括隧道，交会地点为明线。

无雨、雪，风速不大于 5 m/s 。

12.22.2 试验方法

对于 160 km/h 以上速度等级动车组进行试验。

试验分明线交会试验和隧道通过试验，在最高运行速度下分若干速度级。

在明线交会时，测试车内及车体外表面空气压力变化。

隧道通过试验按照TB/T 3503.3的要求进行。

12.23 动强度试验

12.23.1 试验条件

试验线路状况应符合TB/T 3548—2019中A.2.1的规定。

动车组处于正常有效载荷状态，最高试验速度应达到动车组最高运营速度，测试里程不应少于500 km。

12.23.2 试验方法

按照TB/T 3548—2019的要求进行试验，测量点应覆盖车辆主要受力结构及部件的疲劳关键部位，采用应变测量法获取测量点的动强度。

采用雨流循环计数法编制应力谱，按疲劳累计损伤方法计算等效应力幅。

12.24 车载列控设备试验

12.24.1 试验条件

在列控设备工作正常的线路上试验。

12.24.2 试验方法

通过静态测试，确认列控设备工作状态。

动车组按不同速度级通过指定区段，测试列控设备指令传输情况及动车组响应。具体实验方法见表6。

表 6 车载列控设备试验

序号	试验项点	试验方法	备注
1	ATP/ATO供电电源试验	闭合动车组侧ATP/ATO设备断路器，测量ATP/ATO侧供电状态。	已在蓄电池充电试验中验证的项点不需重复验证。
2	隔离限速试验	ATP/LKJ隔离后列车限速值默认为40 km/h，可以通过主控端司机室HMI屏选择40 km/h或80 km/h限速值。	已在逻辑控制试验中验证的项点不需重复验证。
3	ATP常用制动测试	ATP输出1、4、7级常用制动后，动车组执行对应级别制动，并在ATP输出制动指令撤销方可缓解。	—
4	ATP紧急制动测试	ATP输出紧急制动后，动车组执行紧急制动，并在ATP输出制动指令撤销后方可缓解。	—
5	ATP过分相测试	通过ATP输出的过分相信号通过分相区，动车组执行过分相动作。	已在过分相试验中验证的项点不需重复验证。
6	ATP硬线采集接口测试	操作司机柜激活、方向开关、司控器手柄置以下位置，确认信号正确。 1. 方向开关在“向前”位；	—

序号	试验项点	试验方法	备注
		2. 方向开关在“向后”位； 3. 牵引/制动手柄在零位； 4. 手柄处于牵引/制动位； 5. 司机台激活。	
7	ATO有效性测试	1. “ATO有效”接口继电器得电时，车载ATO发送ATO有效信号； 2. “ATO有效”接口继电器得电时，车载ATO取消ATO有效信号； 3. 断开“ATO有效”接口继电器供电，ATO正常输出“ATO有效”信号，并输出ATO指令。	—
8	ATO车门控制	1. 开门允许选择开关在“ATP允许”位； 2. ATP输出单侧门使能信息； 3. 由ATO自动开对应侧车门，司机手动关对应侧车门。	—
9		1. 开门允许选择开关在“ATP允许”位； 2. ATP输出单侧门使能信息； 3. 司机手动开对应侧车门、手动关对应侧车门。	—
10		1. 开门允许选择开关在“人工”位； 2. 车辆不采信ATP输出的车门使能信息； 3. 司机手动开对应侧车门、手动关对应侧车门。	—
11	ATO牵引/制动试验	1. 车载ATO以自动驾驶模式运行； 2. 车载ATO输出牵引/制动指令； 3. 车载ATO输出牵引/制动级位； 4. 动车组将收到的ATO牵引/制动指令、ATO牵引/制动级位反馈ATO。	已在网络一致性测试中验证的项点不需重复验证。
12	ATO故障试验	1. 车载ATO以自动驾驶模式运行； 2. ATO或网络通信故障，自动退出自动驾驶模式。	—
13	车辆不允许ATO控车信号试验	1. 车载ATO以自动驾驶模式运行； 2. 分别进行以下试验后，ATO发送牵引、制动、保持制动、开门指令： 1) 动车组方向手柄打至非向前位； 2) 动车组牵引制动手柄打至非零位； 3) 8编组有2个及以上（4编组有1个及以上）动车牵引变流器或牵引逆变器切除； 4) 一个或多个车辆的空气制动不可用； 5) CCU触发限速保护； 6) CCU自动施加常用制动； 7) 车辆施加紧急制动EB或紧急制动UB； 8) 隔离保持制动；	—

序号	试验项目	试验方法	备注
		9) 断开CCU与ATO通信。	
14	ATO接口协议测试	1. 车载ATO运行在自动驾驶模式； 2. ATO向动车组输出控制信息（如ATO心跳、ATO有效、牵引/制动命令状态标志、牵引控制量、制动控制量、保持制动施加命令、开/关门命令、ATO启动灯、折返指示灯（如有））和状态信息（ATO心跳、ATO故障信息、公里标、隧道入口距离、隧道长度、ATO速度）； 3. 动车组向ATO输出状态及反馈信息（TCMS心跳、门控模式、“ATO启动”按钮有效信号、ATO有效命令反馈、牵引/制动命令状态标志反馈、牵引控制量反馈、制动控制量反馈、ATO保持制动施加命令反馈、开门命令反馈、车门状态、空转、打滑、编组信息、动车组允许ATO控车信号、主断路器状态、ATP开门允许、人工开门允许、折返按钮状态（如有）、不允许ATO控车信号状态）。	已在网络一致性测试中验证的项点不需重复验证。

12.25 典型运行图试验

12.25.1 试验条件

动车组运营线路。

正常有效载荷。

网压：25 kV～29 kV。

12.25.2 试验方法

动车组在指定线路按照给定运行图运行，全程测量动车组速度、运行时间，计算各区间运行时分、里程，监测网压、网流等参数。运行两个往返。

切除部分动力，重复上述试验。

12.26 能量消耗试验

12.26.1 试验条件

动车组运营线路。

正常有效载荷。

网压：25 kV～29 kV。

12.26.2 试验方法

应按照GB/T 3588—2023第6章的规定进行。

12.27 滚动振动台试验

12.27.1 试验条件

动车组单辆车，动力转向架及非动力转向架处于正常状态。

滚动振动试验台处于正常状态。

12.27.2 试验方法

试验分激振和无激振状态两种。激振条件下的试验台试验，最高试验速度不低于最高线路试验速度的1.15倍；对无激振的纯滚动试验，最高试验速度不低于最高线路试验速度的1.2倍。

激振采用的轨道谱应与被试车实际运行线路的轨道谱相当。

试验包括正常状态和模拟故障试验。模拟故障试验包括空气弹簧无风，抗蛇行液压减振器、一系垂向液压减振器和二系横向液压减振器失效等工况。

12.28 过分相试验

12.28.1 试验条件

线路具有真实或模拟的分相区，且能向动车组传送对应的过分相信息。

12.28.2 试验方法

应针对如下适用的过分相方式分别进行试验：

- a) 手动过分相方式；
- b) 基于地面磁感应器的车载控制自动过分相方式；
- c) 基于车载列控设备的自动过分相方式。

试验中动车组通过分相区的速度应符合上述过分相方式的速度限值规定，动车组处于如下常见运行工况：

- a) 牵引；
- b) 制动（电制动施加）；
- c) 惰行；
- d) 定速运行。

12.29 车体自振频率试验

12.29.1 试验条件

动车组静置，处于整备状态。

12.29.2 试验方法

应按照TB/T 3502进行车体自振频率测试，并利用模态分析法得到车体自振频率。

12.30 密封性能试验

12.30.1 整车气密性试验

12.30.1.1 试验条件

动车组静置。

车辆车门、车窗、空调、紧急通风等各设备安装并密封完好（包括新风口、排风口、水封装置、排水口等）。

12.30.1.2 试验方法

开启压力测试系统，启动供风系统对被测车厢充气，当车内压力达到表4中 P_1 以上稳定后，停止供风，使车内压力自然回落，当车内压力降至1000Pa以下时停止检测。测量车内压力由 P_1 降至1000Pa的时间，型式检验重复测试3次，出厂检验测试1次。

12.30.2 淋雨试验

12.30.2.1 试验条件

动车组静置。
保持车辆正常运用状态，门、窗等应处于关闭状态；喷水试验装置符合有关规定。

12.30.2.2 试验方法

按照TB/T 1802规定进行试验。

12.31 回送救援试验

12.31.1 试验条件

蓄电池电压达到规定值，不升受电弓；陪试机车或列车制动性能符合要求。

12.31.2 试验方法

陪试机车或动车组与被试动车组进行联挂，包括连接风管、电气等。在陪试机车或动车组上控制列车运行，并进行制动和缓解试验；在被试动车组上控制列车进行静态制动和缓解试验。
在救援回送过程中具备牵引电机发电功能的动车组，应测试牵引电机发电功能的激活和退出速度、中间直流环节电压、辅助电源工作状态。

13 检验规则

13.1 检验分类

动车组的检验分为型式检验、出厂检验。

表 7 检验项目

序号	项目	试验方法对应条款	技术要求对应条款	型式检验	出厂检验	研究性试验
1	起动加速试验	12.1.1	7.2.5、7.2.9	√	—	—
2	牵引特性试验	12.1.2	8.5.2.2	√	—	—
3	电气制动特性	12.1.3	8.5.2.2	√ ^a	—	—
4	防空转/电制滑行性能试验	12.1.4	8.5.1.2	√ ^a	√	—
5	速度控制系统试验	12.1.5	8.8.1.6	√ ^a	√	—

序号	项目	试验方法对应条款	技术要求对应条款	型式检验	出厂检验	研究性试验
6	牵引系统温升试验	12.1.6	8.5.2.6、8.5.3.8、 8.5.4.6	√	√	—
7	运行阻力试验	12.1.7	—	√	—	—
8	网压波动试验	12.1.8	7.2.16	√	—	—
9	网压突变试验	12.1.9	7.2.16	√	—	—
10	网压中断试验	12.1.10	7.2.16	√	—	—
11	静态传动效率试验	12.2.1	8.7.4.5	√ ^a	—	—
12	保持制动试验	12.2.2	8.7.2.4	√ ^a	—	—
13	停放制动试验	12.2.3	8.7.4.7	√ ^a	—	—
14	静态制动性能试验	12.2.4	8.7.2.1	√ ^a	√	—
15	制动运行试验	12.2.5	7.2.6	√ ^a	√	—
16	防滑保护性能试验	12.2.6	8.7.2.5	√ ^a	√	—
17	总风缸气密性试验	12.3.1	8.7.3.7	√ ^a	√	—
18	整车压缩空气系统气密性试验	12.3.2	8.7.3.7	√ ^a	√	—
19	升弓风缸气密性试验	12.3.3	8.7.3.7	√ ^a	√	—
20	主空压机供风能力试验	12.3.4	8.7.3.1	√ ^a	√	—
21	辅助空压机性能试验	12.3.5	8.7.3.4	√ ^a	√	—
22	其他压缩空气设备试验	12.3.6	8.7.3.1	√ ^a	√	—
23	运行稳定性试验	12.4.1	7.2.4	√ ^a	—	—
24	横向稳定性试验	12.4.2	7.2.4	√ ^a	—	—
25	运行品质试验	12.4.3	7.2.4	√ ^a	—	—
26	运行平稳性试验	12.4.4	7.2.4	√ ^a	—	—
27	受电弓静态性能试验	12.5.1	8.4.2	√ ^a	√	—
28	弓网受流性能试验	12.5.2	8.4.2	√ ^a	—	—

序号	项目	试验方法对应条款	技术要求对应条款	型式检验	出厂检验	研究性试验
29	接地回流装置检查	12. 5. 3	8. 5. 1. 5	√ ^a	√	—
30	基本功能试验	12. 6. 1	8. 8. 1. 1、8. 8. 1. 2	√ ^{ac}	√	—
31	冗余功能试验	12. 6. 2	8. 8. 1. 3	√ ^a	√	—
32	逻辑控制试验	12. 6. 3	8. 8. 1. 2	√ ^a	√	—
33	故障诊断系统试验	12. 6. 4	8. 8. 2. 2、8. 8. 2. 4	√ ^a	√	—
34	旅客信息系统试验	12. 7	8. 9. 1. 1	√	√	—
35	网络重联控制功能试验	12. 8	7. 1. 3	√ ^b	√	—
36	辅助电气设备和辅助电源试验	12. 9. 1	8. 6. 1	√	√	—
37	蓄电池充放电试验	12. 9. 2	8. 6. 3、8. 6. 4	√	√	—
38	安全设备检查	12. 10. 1	8. 7. 1. 7、8. 9. 1. 5、 8. 12. 7、8. 13. 9、 8. 13. 13	√ ^a	√	—
39	安全措施检查	12. 10. 2	8. 1. 3. 3、8. 3. 4、 8. 5. 3. 10、8. 6. 1. 2、 8. 11. 5、8. 12. 6	√ ^a	√	—
40	电气系统的各种保护试验	12. 10. 3	8. 5. 2. 5、8. 5. 3. 7	√ ^a	√	—
41	网侧谐波试验	12. 11	8. 5. 1. 3	√	—	—
42	动车组对外射频骚扰测试	12. 12. 1	6. 4	√ ^{ac}	—	—
43	静电放电抗扰度试验	12. 12. 2	6. 4	√ ^{ac}	—	—
44	内部电磁干扰试验	12. 12. 3	6. 4	√ ^{ac}	—	—
45	雷电过电压试验	12. 13. 1	8. 4. 1. 4	√	—	—
46	操作过电压试验	12. 13. 2	8. 4. 1. 4	√	—	—
47	绝缘试验	12. 13. 3	8. 4. 1. 4	√	√	—
48	车辆辐射噪声试验	12. 14. 1	7. 2. 13. 2	√	—	—
49	车辆内部噪声试验	12. 14. 2	7. 2. 13. 1	√ ^a	√	—

序号	项目	试验方法对应条款	技术要求对应条款	型式检验	出厂检验	研究性试验
50	称重试验	12. 15	7. 2. 15	√ ^a	√	—
51	限界试验	12. 16	7. 1. 1	√ ^{ac}	√	—
52	曲线通过试验	12. 17	7. 2. 3	√ ^a	√	—
53	前照灯照度试验	12. 18. 1	8. 13. 14	√ ^a	—	—
54	室内照度试验	12. 18. 2	8. 10. 2	√ ^a	—	—
55	静置车辆通风性能试验	12. 19. 1	8. 10. 1. 2、 8. 10. 1. 3、8. 10. 1. 4	√	√	—
56	静置车辆空调性能试验	12. 19. 2	8. 10. 1. 2	√	√	—
57	静置车辆采暖性能试验	12. 19. 3	8. 10. 1. 5	√	√	—
58	空调制冷运行试验	12. 19. 4	8. 10. 1. 2	√ ^d	√	—
59	采暖运行试验	12. 19. 5	8. 10. 1. 5	√ ^d	—	—
60	隔热性能试验	12. 2	8. 10. 3	√	—	—
61	重联运行试验	12. 21	7. 1. 3、7. 1. 4	√ ^b	√	—
62	空气动力学试验	12. 22	7. 2. 7	√	—	√
63	动强度试验	12. 23	—	—	—	√ ^a
64	车载列控设备试验	12. 24	9. 1、9. 2、9. 3	√ ^c	√	—
65	典型运行图检查	12. 25	—	—	—	√
66	能量消耗试验	12. 26	—	—	—	√
67	滚动振动台试验	12. 27	—	—	—	√
68	过分相试验	12. 28	5. 3. 4、8. 6. 2. 3	√ ^{ac}	√	—
69	车体自振频率试验	12. 29	8. 1. 1. 8	√ ^a	—	—
70	整车气密性试验	12. 30. 1	7. 2. 12	√ ^a	√	—
71	淋雨试验	12. 30. 2	7. 2. 11	√ ^a	√	—

序号	项目	试验方法对应条款	技术要求对应条款	型式检验	出厂检验	研究性试验
72	回送救援试验	12.31	8.7.1.8	√	√	—
注：“√”表示应检的项目，“—”表示不检的项目。						
^a 对于已定型动车组，原制造商变更制造场地生产时，应进行该项试验。 ^b 本项试验仅适用于具备重联功能的动车组，可在具备重联条件时进行。 ^c 动车组与车载列控设备间接口或接口功能发生变化时，应进行相关试验。 ^d 与环境温度不同时，空调试验应按实际环境温度开展相关试验。						

13.2 型式检验

当有下列情况之一时，应对动车组按表7进行型式检验：

- a) 全新型动车组定型时；
- b) 重大改进型动车组定型时；
- c) 已定型动车组转场生产时；
- d) 动车组停产5年后，恢复生产时。

13.3 出厂检验

应在所有交付的动车组上按表7进行出厂检验。

14 标志

14.1 标记

动车组标志应按照GB/T 28791的要求涂打，车型车号应在车体侧面标志，标识采用涂打、粘贴固定等形式，标识内容清晰，牢固可靠。

14.2 材料

标识应采用环保型、耐用性和耐清洗的材料制作，制造商铭牌应采用金属制作。

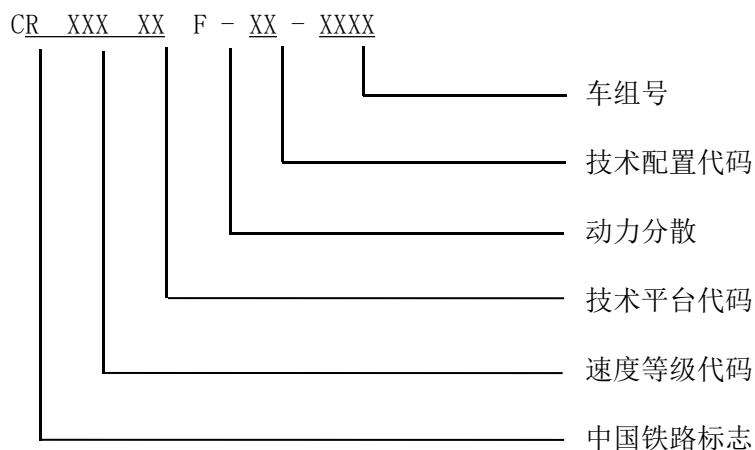
14.3 文字

对于服务用的标识，有文字标识时，应采用中英文两种文字，排列方式为中文在上，英文在下；既有图形又有文字时，布局方式为图形在左，文字在右，或图形在上，文字在下；作为警示说明的图形，应放在文字下方。

动车组上的所有标志、说明与显示均采用中文或图码标识表示，其中提供旅客使用或提示旅客的标志采用中英文两种文字。

15 命名规则

车辆命名代码包括车型代码、速度等级代码、技术平台代码、技术配置代码、车组号，形式如下：



车型代码：“CR”为“China Railway”的英文缩写。既有型号城际铁路动车组命名按相应规则执行。

速度等级代码：以三位阿拉伯数字表示，按最高运营速度等级代码表示，即：“200”表示最高运营速度200 km/h。

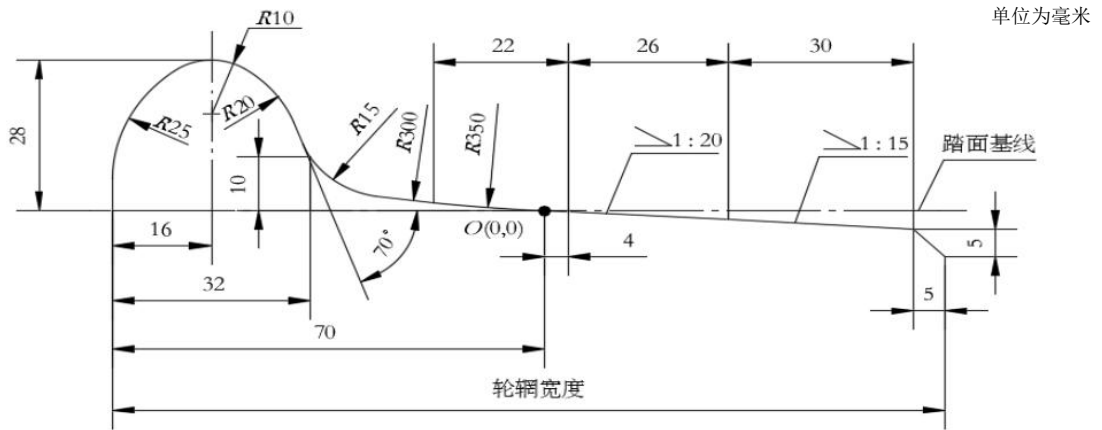
技术平台代码：以两位大写英文字母或大写英文字母和阿拉伯数字组合表示，首位字母代表设计厂家，新增加单位进行顺延，如：“A”表示中车青岛四方机车车辆股份有限公司，“B”表示中车长春轨道客车股份有限公司，“C”表示中车株洲电力机车有限公司，“D”表示中车南京浦镇车辆有限公司，“E”表示中车唐山机车车辆有限公司，“F”表示中车大连机车车辆有限公司。第二位代表同一平台不同产品。

技术配置代码：以一至两位大写英文字母表示，用以区分同型号下不同编组型式、不同车种、不同运用环境适应性等不同技术配置的改进型产品，代表基于标准系列衍生型号，如：缺省代表8辆编组；“-A”代表4辆编组；“-G”代表高寒列车。

车组号：以四位阿拉伯数字表示，按主机厂分配号段。同一主机厂不同衍生车型车组号根据制造顺序排列。

附录 A
(规范性)
LM_{B10} 磨损型踏面外形尺寸

踏面外形尺寸见图A. 1。



图A. 1 LM_{B10} 型车轮轮缘踏面外形