

# DB51

## 四川省地方标准

DB51/T 2742—2021

---

### 山地齿轨车辆通用技术条件

2021-02-10发布

2021-03-01实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 2

4 使用条件..... 3

5 车辆类型..... 4

6 基本要求与一般规定..... 5

7 车辆型式与列车编组..... 6

8 车体与内装设备..... 7

9 转向架..... 8

10 制动系统..... 9

11 电气系统..... 10

12 空调和取暖装置..... 11

13 网络控制诊断系统..... 11

14 通讯与乘客信息系统..... 12

15 安全设施..... 12

16 试验与验收..... 12

17 标志..... 13

18 运输与质保期限..... 13

## 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这些专利的责任。

本文件由四川省经济和信息化厅提出、归口并解释。

本文件起草单位：资阳中车电力机车有限公司、四川省轨道交通投资有限责任公司、四川省铁路产业投资集团有限责任公司、中车株洲电力机车有限公司、中车资阳机车有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司。

本文件主要起草人：李刚、唐勇、涂旭、章玉伟、韩瑀萱、吴桂林、尚勤、汪勇彪、李洲、李艳、李廉枫、屈海洋、卢海滨、刘德卫、廖志伟、陈清建、王凯、钱纪富、张斌、马瑞卿、董卿、艾正武、姚莲贻、余得全、董明智、杨坤勇、沈健、魏德豪、胡梅梅、谢万林、刘丰源、曹文祥、王丹梅、杨迪辉、沈铭乾、王丽、罗晋明、杨吉忠、陈志辉、吴晓。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本次为首次发布。

# 山地齿轨车辆通用技术条件

## 1 范围

本文件规定了山地齿轨车辆（以下称齿轨车辆）的使用条件、车辆类型、基本要求与一般规定、车辆型式与列车编组、车体与内装设备、转向架、制动系统、电气系统、空调和取暖装置、网络控制诊断系统、通讯与乘客信息系统、安全设施、试验与验收、标志、运输与质保期限。

本文件适用于车辆走行部装有与齿轨相啮合的驱动齿轮，采用齿轮齿轨驱动或齿轮齿轨+常规轮对驱动、轨距为1000mm的山地齿轨载客车辆，其它在齿轨线路上运营的载货车辆和工程车辆可参考执行。

## 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/T 4208-2017 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 5599-2019 机车车辆动力学性能评定和试验鉴定规范
- GB/T 10411 城市轨道交通直流牵引供电系统
- GB 14892 城市轨道交通列车 噪声限值和测量方法
- GB/T 14894 城市轨道交通车辆 组装后的检查与试验规则
- GB 18045 铁道车辆用安全玻璃
- 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 21413.2 铁路应用 机车车辆电气设备 第2部分：电工器件 通用规则
- GB/T 21563-2018 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 24338.4-2018 轨道交通 电磁兼容 第3-2部分：机车车辆 设备
- GB/T 25119-2010 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 25123.2-2018 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 34571-2017 轨道交通 机车车辆布线规则
- CJ/T 416 城市轨道交通车辆防火要求
- TB/T 449 机车车辆车轮轮缘踏面外形
- TB/T 1451 机车、动车组前窗玻璃
- TB/T 1484.1 机车车辆电缆 第1部分：动力和控制电缆
- TB/T 1484.3 机车车辆电缆 第3部分：通信电缆
- TB/T 1804-2017 铁道客车空调机组
- TB/T 2704 铁道客车及动车组电取暖器
- TB/T 2879.3 铁路机车车辆 涂料及涂装 第3部分：金属和非金属材料表面处理技术条件
- TB/T 2879.5 铁路机车车辆 涂料及涂装 第5部分：客车和牵引动力车的防护和涂装技术条件

TB/T 2977 铁道车辆金属部件的接地保护  
TB/T 2989-2015 机车车辆牵引齿轮  
TB/T 3138-2018 机车车辆阻燃材料技术条件  
TB/T 3213 高原机车车辆电工电子产品通用技术条件  
TB/T 3216-2009 高原铁道客车供氧系统  
TB/T 3254-2019 机车、动车用撒砂装置  
TB/T 3549.1-2019 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  
TB 10009 铁路电力牵引供电设计规范  
DB51/T 2542-2018 山地（齿轨）轨道交通技术规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**齿轨 rack rail**

与齿轨车辆驱动齿轮相互啮合的齿型轨道结构。

[来源：DB51/T 2542-2018，术语和定义3.1]

#### 3.2

**齿轨车辆 rack car**

走行部上装有与齿轨啮合的齿轮的单节车辆。

#### 3.3

**齿轨列车 rack train**

由若干齿轨车辆编组或齿轨车辆与非齿轨车辆编组的列车。

#### 3.4

**粘着路段 wheel-rail adhesive tractive railway section**

仅通过钢轮与钢轨之间的粘着力实现车辆有效牵引驱动的路段。

[来源：DB51/T 2542-2018，术语和定义3.4]

#### 3.5

**齿轨路段 rack railway section**

在线路上设置齿轨的路段。

[来源：DB51/T 2542-2018，术语和定义3.5]

## 3.6

**入齿机构 rack-rail transition equipment**

齿轨车辆从粘着路段驶入齿轨路段时，可实现驱动齿轮与齿轨有效啮合的一种轨道配套结构。

## 3.7

**齿轮驱动装置 rack drive**

使用与齿轨相啮合的齿轮传递牵引或制动的驱动装置。

## 3.8

**带式制动装置 band brake**

通过收缩围绕在制动鼓周围的制动带而产生摩擦制动效果的制动装置。

## 3.9

**齿轨动车 rack motor car**

走行部装有齿轨驱动装置，能在齿轨路段提供牵引力和制动力的车辆。

## 3.10

**齿轨拖车 rack trailer car**

走行部装有与齿轨啮合的齿轮，仅用于在齿轨路段提供制动力的车辆。

## 3.11

**垂直齿条 vertical rack**

基本齿廓与轨面相垂直的齿条。

## 3.12

**水平齿条 horizontal rack**

基本齿廓与轨面相平行的齿条。

## 3.13

**定员 rated passenger capacity**

车辆座位数和站立面积上的乘客数之和。站立面积为除去座椅及前缘100 mm外的客室面积，站立乘客数量按4 人/m<sup>2</sup>计算。

## 4 使用条件

### 4.1 环境条件

4.1.1 海拔高度一般不超过2500m，困难区段不超过4000m。

4.1.2 一般地区环境温度为-25℃~45℃，特殊地区环境温度为-40℃~35℃。

4.1.3 最大相对湿度不大于90%（月平均温度为25℃时）。

4.1.4 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵袭及车辆清洗时清洗剂的作用。遇暴风8级时，列车应缓行，遇暴风9级及以上，列车应及时停运。

4.1.5 因车辆运营所处地区不同而存在环境条件的差异，由用户与制造商共同确定。

4.2 线路条件

4.2.1 线路轨距为 1000mm。

4.2.2 最小平面曲线半径不小于 150m。

4.2.3 最小竖曲线半径：粘着路段应不小于 2000m，齿轨路段一般不宜小于 1000m，困难条件下经技术经济比选后确定。

4.2.4 最大坡度：采用垂直齿条或类似齿条结构的齿轨线路最大坡度不超过 250%，采用水平齿条的齿轨线路最大坡度不超过 480%。

粘着路段正线的最大坡度不超过 30%，困难地段不超过 40%。

4.2.5 在粘着路段和齿轨路段的交界位置有入齿机构。

4.3 供电条件

4.3.1 受电方式：

- a) 接触网——受电弓受电；
- b) 接触轨——受流器受电。

同一线路及贯通相邻线路宜采用相同受电方式。

4.3.2 供电种类：

- a) AC 25kV（波动范围 AC19kV~AC27.5kV，仅适用于接触网-受电弓的受电方式）；
- b) DC1500V（波动范围 DC1000V~DC1800V）。

同一线路及贯通相邻线路宜采用相同的供电种类。

4.3.3 供电系统中牵引变电所、接触网及供电保护装置应符合 GB/T 10411 或 TB 10009 的有关规定。

5 车辆类型

齿轨车辆根据适应坡度大小分为 I 型车和 II 型车。I 型车能适应坡度不大于250%的坡道；II 型车能适应坡度不大于480%的坡道，其基本参数宜满足表1要求。

表1 车辆主要技术参数

序号	名称	I 型车	II 型车
1	车体基本长度*/mm	15000~20000	10000~15000
2	车体基本宽度/mm	2000~2650	
3	车辆最大高度/mm	3800~3900	
4	车内净高/mm	≥2100	
5	地板高度/mm	1100（不含入口处）	
6	轴重/t	≤12	
7	转向架中心距/mm	11000~13000	5000~7000

表1 车辆主要技术参数（续）

序号	名称	I 型车	II 型车
8	轴距/mm	2300~2800	2000~2500
* 带司机室的车可加长			

6 基本要求与一般规定

- 6.1 齿轨车辆应设定车辆限界，该限界为车辆在正常运行状态下形成的最大动态包络线，并考虑适当的安全余量。
- 6.2 车辆的各种设备应按经过规定程序批准的图纸和技术文件制造，并符合有关标准的规定。
- 6.3 车轮直径为 840+3 0mm。新造车同轴的两轮直径之差不超过 1mm，同一转向架各轮径差不超过 2mm。
- 6.4 轮对内侧距为 918mm±2 mm。
- 6.5 齿轮中心高度应可调，需满足车轮磨损后齿轮-齿条正常啮合的要求。
- 6.6 整备状态下的车辆重量应不大于规定值的 3%。
- 6.7 同一动车的每根动轴上所测得的轴重与该车各动轴实际平均轴重之差不应超过实际平均轴重的±2%。若一辆车同时具有齿轨、粘着驱动转向架，则同一转向架的每根动轴上所测的轴重与该转向架各动轴实际平均轴重之差不应超过该转向架实际平均轴重的±2%。
- 6.8 每个车轮的实际轮重与该轴两轮平均轮重之差不应超过该轴两轮平均轮重的±4%。
- 6.9 车辆客室地板面距轨面高度应与车站站台面相协调，车辆空重车高度调整装置应能有效地保持车辆地板面高度不因载客量的变化而明显改变。
- 6.10 列车应能以规定的速度安全通过最小半径曲线区段，并能在规定的小半径曲线上进行列车正常摘挂作业。
- 6.11 列车的牵引力—速度特性和制动力—速度特性应符合用户与制造商双方同意的设计文件的规定要求。
- 6.12 车辆在粘着路段最高运行速度不超过 120km/h，在齿轨路段最高运行速度不超过 40km/h。
- 6.13 定员情况下，在平直干燥粘着路段轨道上，车轮为半磨耗状态，额定供电电压时，如无特殊要求，起动平均加速度为：
- 列车从 0 加速到 40km/h，不低于 0.8 m/s<sup>2</sup>；
  - 列车从 0 加速到 120km/h，不低于 0.4m/s<sup>2</sup>。
- 定员情况下，在齿轨路段轨道上，起动平均加速度应与线路坡度相关，具体要求应由用户和车辆制造商共同确定。
- 6.14 定员情况下，在平直干燥粘着路段轨道上，车轮为半磨耗状态，列车从最高运行速度到停车，如无特殊要求，制动平均减速度为：
- 常用制动平均减速度不低于 0.8m/s<sup>2</sup>；
  - 紧急制动平均减速度不低于 1.0m/s<sup>2</sup>。
- 定员情况下，在齿轨路段上，列车从最高运行速度到停车，如无特殊要求，制动平均减速度不低于 0.3m/s<sup>2</sup>。
- 6.15 列车在粘着路段运行时，纵向冲击率不应大于 0.75m/s<sup>3</sup>。
- 6.16 车辆各种设备的冲击振动试验应符合 GB/T 21563-2018 中的有关规定。
- 6.17 粘着路段，列车平稳性指标、脱轨系数的试验方法、评定指标和数据处理方法按 GB/T 5599-2019



的规定执行，车辆的脱轨系数应不大于 1.2。在粘着路段运行时，车辆运行的平稳性等级为 1 级，在齿轨路段运行时，车辆运行的平稳性等级为 2 级。

6.18 车辆应采取必要的降噪措施，降低车辆运行时司机室、客室内的噪声，以及车辆对外发射的噪声。

6.19 粘着路段的故障及救援能力按 DB51/T 2542-2018 中 7.4.6 的规定执行，齿轨路段的故障及救援能力应根据线路特征确定。

6.20 车辆的各种设备及附属设施应布置合理，安装牢固可靠，便于检查、维修，同时应考虑车辆意外情况对其影响。

6.21 同一型号的零部件应具有良好的互换性。

6.22 车辆的结构材料、零部件应采用高阻燃性或难燃材料制造。材料的阻燃性、材料燃烧和热分解时挥发的有害气体及烟密度指标应符合 TB/T 3138-2018 相关规定，否则应进行阻燃处理或用阻燃、非燃材料加以封罩。车辆上使用的电缆应符合 TB/T 1484.1 和 TB/T 1484.3 的要求。

6.23 车辆涂装前表面处理及防护涂装要求应符合 TB/T 2879.3 和 TB/T 2879.5 的规定。

6.24 车辆需经米轨铁路运送时，应能满足无动力回送的要求。

6.25 齿轨列车在齿轨与粘着过渡路段运行时，具备不停车进入和离开齿轨路段的能力。

6.26 入轨机构宜设置在平直路段，列车通过入轨机构速度应小于入轨机构允许的最大通过速度。

6.27 列车应具备齿轨、粘着控制模式切换功能，可通过司机人工切换或按信号系统命令自动切换。

6.27.1 齿轨控制模式下，齿列车应通过齿轮驱动装置传递牵引力或制动力，机械制动执行部件应为带式制动装置。

6.27.2 粘着控制模式下，列车应通过常规轮轨驱动装置传递牵引力或制动力，机械制动执行部件应为踏面制动、轮盘制动或其他制动装置。

6.28 列车应能与信号系统结合，完成超速防护（ATP）功能。

6.29 列车应能向信号系统提供安全的列车完整性信息。

6.30 本文件未涉及或用户有特殊要求时，可根据合同或招标文件确定。

## 7 车辆型式与列车编组

### 7.1 车辆型式

—— 动车：带司机室动车（Mc）、带司机室齿轨动车（Mc<sub>z</sub>）、无司机室动车（M）、无司机室齿轨动车（M<sub>z</sub>）。

—— 拖车：带司机室拖车（Tc）、带司机室齿轨拖车（Tc<sub>z</sub>）、无司机室拖车（T）、无司机室齿轨拖车（T<sub>z</sub>）。

### 7.2 列车编组

7.2.1 列车编组可以有多种形式：动车与拖车混合编组或全动车编组。车辆编组数量应综合考虑线路客流量、运行组织方式和站台长度等因素，车辆动拖比应根据线路坡度和最高运行速度进行确定。

7.2.2 动车、拖车可安装不同的设备，列车编组形式（动、拖车比例及配置）应根据动力的分配与车下吊装设备重量均衡的原则确定。

### 7.3 联结装置

7.3.1 车钩型式：列车中固定编组的各车辆间设半永久性牵引杆或密接式半自动车钩，司机室前端设密接式自动车钩或密接式半自动车钩。

7.3.2 联结装置中应有缓冲装置，其特性应能有效地吸收撞击能量，缓和冲击。该装置承受的能完全复

原的最大冲击速度为 5 km/h。

7.3.3 车钩水平中心线距轨面高度为 660+10 0 mm 或 720+10 0 mm，同一线路运行的车辆车钩高度应一致。

7.3.4 在使用自动车钩时，应使司机能够识别车钩的联结和锁紧状态。

## 8 车体与内装设备

### 8.1 车体

8.1.1 同型号车辆应具有统一的基本结构型式。

8.1.2 车体采用整体承载结构，在其使用期限内能承受正常载荷的作用而不产生永久变形和疲劳损伤，并有足够的刚度，能满足修理和纠正脱轨的要求。在最大垂直载荷作用下车体静挠度不超过两转向架支承点之间距离的 1%。

8.1.3 整备状态下的车辆，停在平直道上并将制动缓解，其车体底架和转向架构架以轨面为基准的高度值，应符合产品技术条件规定。

8.1.4 新设计车辆的车体不产生永久变形和断裂的能力应通过计算和试验证明。在车体底架上承受相当于车辆整备状态时的垂直载荷时，沿车钩中心水平位置施加规定的纵向载荷，其试验合成应力不应超过许用应力。使用的许用应力值应取自用户与制造商均认可的国家或国际标准。

8.1.5 车体的试验用纵向静载荷如用户和制造商在合同中没有特殊规定，可按不低于 0.49 MN 执行。

8.1.6 车体的试验用垂直载荷为： $1.1 \times (\text{运转整备状态时的车体重量} + \text{最大载客重量}) - (\text{车体结构重量} + \text{试验器材重量})$ 。其中，最大载客重量为乘务员、坐席定员及最大立席乘员的重量。最大立席(超员)人数按 6 人/m<sup>2</sup>计（仅用于强度校核），站立面积为除去座椅及前缘 100 mm 外的客室面积，人均体重按 65 kg 计算。

注：额定立席人数按 4 人/m<sup>2</sup>计。

8.1.7 车体结构设计寿命为 30 年。

8.1.8 车辆密封性能应符合 GB/T 14894 的要求。车体以及安装在车体外部的各种设备的外壳和所有的开孔、门窗、孔盖均能防止雨雪侵入。封闭式的箱、柜应做到密闭良好，在机械清洗时不应渗水、漏水。

8.1.9 车体结构的内外墙板之间及底架与地板之间应敷设吸湿性小，膨胀率低、性能稳定的隔热、隔音材料。

8.1.10 车辆应设有架车支座、车体吊装座，并标注允许架车、起吊的位置，以便于拆装起吊和救援。

8.1.11 在地面行驶的列车两端宜设可调整的排障器，其形状应有利于排除轨道障碍物。

8.1.12 列车两端的车辆可设置防意外冲撞的撞击能量吸收区，以保护司机与乘客的安全。

### 8.2 司机室

8.2.1 司机室应视野宽广，应能使司机在运行中清楚方便地瞭望到前方信号、线路接触网或接触轨、隧道和站台。

8.2.2 司机室的前窗玻璃应采用当在任何部位受到击穿或敲击时不会崩散的安全玻璃，前窗应设刮雨器与遮阳装置，寒冷地区应采用符合 TB/T 1451 条件的电加热玻璃。前窗玻璃的抗穿透性和抗冲击性应符合 TB/T 1451 的有关规定。

8.2.3 在未设安全通道的线路上运行的列车两端应设紧急疏散门，若用户和制造商在合同中有特殊规定，则按合同执行；司机室与客室之间应设连通门，其净开宽度不小于 550 mm，高度不低于 1800 mm。

8.2.4 司机操纵台的外型、结构、各种操纵装置及信息反映方式与司机座位的布置应符合人体工程学原理，保证司机在有限的活动范围内驾驶舒适，同时能观察到信息设备和前方线路。

8.2.5 司机座椅为软式或半软式，其高度、前后位置应可以调节。司机座椅的设计应做到可让司机在必要时迅速离开。

8.2.6 司机室灯光照明在地板中央的照度为  $3\text{ lx}\sim 5\text{ lx}$ ，司机控制台面为  $5\text{ lx}\sim 10\text{ lx}$ ，指示灯、车载信号灯和人工照明均不应引起司机瞭望行车信号时产生错觉，并应设置较强照度的照明装置，以适应室内设备检查维修时的需要。

8.2.7 司机台的仪表和指示灯在隧道内或晚上关闭照明时以及地面日光下，都能在  $500\text{ mm}$  远处清楚地看见其显示值。

### 8.3 客室

8.3.1 客室设计应充分考虑车辆旅游观光属性。

8.3.2 客室两侧应合理布置数量充足的车门，每个门的净开宽度不小于  $800\text{ mm}$ ，高度不低于  $1800\text{ mm}$ 。

8.3.3 客室侧门的开闭一般采用电气控制方式，其传动和控制应安全可靠。侧门的开闭由司机统一控制，也可由信号系统控制；客室侧门应具有非零速自动关门的电气联锁及车门闭锁装置，行驶中确保门的锁闭无误。单个侧门应具有系统隔离功能，在发生故障时能与门控系统切除，还应有在客室内手动操作解锁开闭车门的功能；车辆每一侧至少应有一个车门可以从外侧使用钥匙进行开启、关闭操作。侧门关闭时应具有缓冲动作，并具备保护措施和单门再开闭装置以免夹伤乘客。

8.3.4 客室两侧设置适量车窗，车窗为固定式，在部分车窗上部可设置可开闭式活动窗。车门、车窗玻璃应采用一旦发生破坏时其碎片不会对人造成严重伤害的安全玻璃，在遇到紧急情况时能用猛力或尖锐物将其击碎，其性能符合 GB 18045 的规定。

8.3.5 客室内布置适量的客室座椅，座椅形状应满足人体工程学要求，并应满足在大坡度坡道上运行时的乘坐舒适性及安全性。

8.3.6 内墙板应采用易清洗、装饰性好的阻燃环保材料制造。地板应具有耐磨、防滑、防水、防静电和阻燃性能。客室的座椅、装饰及广告等的制作均应满足 TB/T 3138-2018 的要求。

8.3.7 内装表面不应有明显的碰、划伤，表面的凹凸限度应符合下列要求：端墙板、侧墙板、间壁板、平顶板安装后表面凹凸限度为每米长度内不大于  $2\text{ mm}$ ，车内地板安装后表面的凹凸限度为每米长度内不大于  $3\text{ mm}$ 。

8.3.8 客室内宜设置数量足够，牢固美观的立柱、扶手杆。

8.3.9 客室应有足够的灯光照明，在距地板面高  $800\text{ mm}$  处的照度平均值不低于  $200\text{ lx}$ ，最低值不低于  $150\text{ lx}$ （在车外无任何光照时）。在正常供电中断时，备有紧急照明，其照度应不低于  $10\text{ lx}$ 。

8.3.10 连接的两节车辆之间应设置贯通道，贯通道应密封、防火、防水、隔热、隔音。贯通道渡板应耐磨、平顺、防滑、防夹，贯通道用密封材料应有足够的抗拉强度，安全可靠、不易老化。

8.3.11 客室宜设置行李存放区或存放架，并应考虑设置防止滑落的安全措施。

8.3.12 列车宜根据线路条件设置有集便装置的卫生设施。

8.3.13 每列车中至少应设置一处轮椅专用位置并应有乘轮椅者适用的抓握或固定装置。

### 9 转向架

9.1 车辆走行机构的性能、主要尺寸应与轨道相互协调，并保证其相关部件在允许磨损限度内，仍能确保列车以最高允许速度安全平稳运行。即使在悬挂系统损坏时，也能确保车辆在轨道上安全地运行到终点。

9.2 转向架构架结构强度试验按照 TB/T 3549.1-2019 的要求进行。

9.3 转向架构架宜做改善内应力处理。

9.4 悬挂系统可采用如下结构：

- 一系悬挂为橡胶弹簧或金属螺旋弹簧，可配垂向减振器；
- 二系悬挂为空气弹簧，可根据要求设置垂向减振器和抗侧滚装置；
- 转向架构架和车体之间可设置横向减振器、抗蛇形减振器及横向止挡。

9.5 齿轨转向架牵引电机的安装采用抱轴悬挂式或架悬式。

9.6 齿轨转向架应配备齿轨驱动装置。

9.6.1 每个齿轨驱动装置应配备独立的常闭式带式制动装置。

9.6.2 齿轮应具有适应粘着轮对磨耗的调整措施，满足粘着轮对全磨耗周期内正常运行，且齿轮应具有齿轨节距误差补偿功能。

9.6.3 与齿轨啮合的齿轮齿形为渐开线形，节距宜为 100mm，齿面压力角宜为 1:4，并满足 DB51/T 2542-2018 中 13.11.3 齿轮-齿轨系统的相关要求。

9.7 齿轮应满足 TB/T 2989-2015 的相关规定。

9.8 车轮采用整体碾钢车轮，其踏面形状符合 TB/T 449 的要求。轴箱应密封良好，轴箱温升不应超过 30K。

## 10 制动系统

10.1 列车应采用计算机控制的制动控制系统，应具备电制动和空气制动两种制动方式。空气制动应具有相对独立的制动能力，即使在牵引供电中断、电制动出现故障或制动控制单元故障的意外情况下，也应能保证空气制动发挥作用，使列车安全停车。

10.2 制动系统应具有常用制动、紧急制动功能，具有根据空重车调整制动力大小的功能。并且列车在不同运行工况下，运用相对应的制动方式，列车在粘着路段平直干燥轨面以及齿轨路段最大坡道上实施紧急制动时，应能在规定的距离内停车。

10.3 电制动与空气制动应能协调配合，常用制动应充分利用电制动功能并具有冲动限制。电制动时优先采用再生制动，电制动与空气制动应能实现平滑转换，在电制动力不足时空气制动按总制动力的要求补充不足的制动力。

10.4 粘着路段上基础制动可采用踏面制动、盘形制动或其他制动装置。齿轨路段上基础制动装置采用带式制动。

10.5 制动系统的粘着制动应具有防滑功能。

10.6 列车应设有停放制动装置，它的制动力应仅通过机械方式产生并传递，并能作用于轮对和（或）齿轮，保证在线路最大坡度、最大载荷的情况下施加停放制动的列车不会发生溜逸。

10.7 列车应有两台或两台以上供风机组相互冗余，当一台机组失效时，其余压缩机组的性能、排气量、供气质量和储风缸容积应均能满足整列车的供气要求；压缩机组应设有干燥器和自动排水装置；压力调节器和安全阀动作值应准确、可靠。储风缸的容积还应满足压缩机停止运转后列车三次紧急制动的用风量。

10.8 压缩空气管路应采用不锈钢或铜材料，管路和储风缸安装前应做防锈、防腐和清洁处理，以利风路畅通。

10.9 空气系统的气密性应符合 GB/T 14894 的要求，系统（主风缸、制动管路、空气悬挂、电空装置等）的压力值在关闭气路后 5 min 内下降不应超过 20 kPa；制动缸及辅助风缸压力经 3 min 后，降低值不超过 10 kPa。

10.10 在列车意外分离时，应立刻自动实施紧急制动，保证分离的列车自动实施制动，并应使司机便于识别。

10.11 闸片或闸瓦摩擦体不应采用石棉、铅、锌或铅锌的化合物等可能危害人体健康的材料或可能在使用中释放有害的粉尘、纤维、颗粒或气体的材料。

- 10.12 带式制动装置应具有防闸片贴制动鼓机构，并且闸片与制动鼓磨损后需通过手动调整闸片间隙。
- 10.13 带式制动装置的制动鼓热容量需满足齿轨工况最高运营速度下连续两次紧急制动的热负荷要求，并需满足齿轨工况最高试验速度下的紧急制动能力要求。
- 10.14 除用户特殊要求外，被动式带式制动装置的缓解压力不应大于 600kPa。
- 10.15 车辆应具有撒砂功能，可在恶劣气候条件下保持所需的粘着力，满足最大紧急制动所要求的性能。用砂要求应满足 TB/T 3254-2019 附录 A 的要求

## 11 电气系统

- 11.1 电力牵引应采用变频调压的交流传动系统。
- 11.2 牵引电机应符合 GB/T 25123.2-2018，牵引电器应符合 GB/T 21413.1 和 GB/T 21413.2，电子设备应符合 GB/T 25119-2010 的规定；电力变流器应符合 GB/T 25122.1 的规定。
- 11.3 电气设备的电磁兼容性应符合 GB/T 24338.4-2018 的规定。
- 11.4 电气系统应有良好的绝缘保护。各电路应能经受耐受电压试验，试验电压值为受试电器中电气设备试验电压最低者的 85%。试验时应将电子器件和电气仪表加以防护或隔离，使其不承受电路耐受电压。
- 11.5 主电路、辅助电路、控制电路应有可靠的保护。各种保护的整定值、作用时间、动作程序应正确无误。主电路的过流保护还应与牵引变电站的过电流保护相匹配，在各种短路状态下能够可靠地分断，并应有故障显示和故障切除装置，以维持列车故障运行。
- 11.6 拖车、动车均应接入接地回路，保护车体及连接金属件不受杂散电流影响。各电气设备保护性接地要可靠，接地线要有足够的截面积。各车轴上的接地装置应可靠地保护轴承不受接地电流的影响。各电路接地电阻应符合有关规定。应确保车辆中可能因故障带电的金属件及所有可触及的导电体的等电位联结。
- 11.7 各电路电流回线应独立连接到回流排上，回流排应与车体任何裸露导电部件绝缘。电流回线不应危及过电流保护装置和接地装置的动作。
- 11.8 在粘着路段运行时，牵引系统应能够充分利用轮轨粘着条件，能够按照车辆载重量自动调整牵引力或电制动力的的大小，并应具有反应及时的防空转、防滑行控制和防冲动控制。在齿轨路段运行时，牵引系统应能进行加、减速度限制。
- 11.9 当多台牵引电机由一个变流器并联供电时，其额定功率应考虑轮径差与牵引电机特性差异引起的负荷分配不均以及在高粘着系数下运行时轴重转移的影响。制造商应将允许的最大轮径差通知用户，以便用户在轮对检修时加以控制。
- 11.10 受电器(受流器或受电弓)应受流状态良好，受流时对受电器或供电设施均无损伤或异常磨耗。采用 DC1500V 供电方式时，受电弓的静态接触压力为 100 N~140 N，受流器的静态接触压力为 96 N~144N；采用 AC25kV 供电方式时，受电弓的静态接触压力为 60 N~100 N。
- 11.11 采用受电弓受电的列车应设避雷装置。
- 11.12 辅助电源系统应由辅助变流器和蓄电池等组成。辅助变流器应符合 GB/T 25122.1 的规定，其容量应能满足车辆各种工况下的使用需求。
- 11.13 蓄电池的浮充电性能良好，其容量应能够满足车辆在故障情况下的应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通讯、应急通风等系统工作要求，其中地下线路不低于 45min，地面与高架线路不低于 30 min。
- 11.14 车体外安装的需要保持内部清洁的电气设备箱应具有不低于 GB/T 4208-2017 中规定的 IP54 等级的防护性能。
- 11.15 各电路的电气设备联结导线应采用多股铜芯电缆，电气耐压等级、导电性能、阻燃性能均应符合 TB/T 1484.1 的要求，电缆所用材料在燃烧和热分解时不应产生有害和危险的烟气。使用光缆和通信电

缆应符合 TB/T 1484.3 的要求。

11.16 电线电缆的敷设应合理排列汇集，主、辅、控电路的电线电缆应分开走线，满足电磁兼容性的要求，纳入专用电线管槽内，并用线卡、扎带等捆扎卡牢。不得已交叉时，高压线缆的接触部分应有附加绝缘加强。穿越电器箱壳的线缆应用线夹卡牢，与箱壳临靠部位应加装护套。电线管槽应安装稳固，防止车辆运行引起损伤；线管、线槽应防止油、水及其他污染物侵入。车辆布线规则可参照 GB/T 34571-2017 的规定。

11.17 电线电缆端头与接头压接应牢固、导电良好；两接线端子间的电线不允许有接头。每根电线电缆的两端应有清晰耐久的线号标记。

11.18 车上各种测量指示仪表的准确度不应低于 2.5 级。

11.19 高海拔地区的绝缘电气间隙修正应满足 TB/T 3213 的要求。

## 12 空调和取暖装置

12.1 车辆的空调制冷能力，应能满足在环境温度 35℃ 时，车内平均温度保持在 24℃~28℃，平均相对湿度为 40%~70%。不同地区也可根据当地气候条件由用户与制造商共同确定。

12.2 空调装置采用集中控制方式，同步指令控制，分时顺序起动。

12.3 空调机组中制冷系统的密封性能应符合 TB/T 1804-2017 的要求。

12.4 空调机组应有可靠的排水结构，在运用中凝结水及雨水不应渗漏或吹入到客室内。

12.5 客室内采用空调系统时，其新风口和风道设置应确保制冷效果及乘客舒适性的要求，人均新风量不应少于 10m<sup>3</sup>/h (按额定载客人数计)。客室内仅设有机机械通风装置时，人均供风量不应少于 20m<sup>3</sup>/h (按额定载客人数计)。

12.6 司机室采用空调时，新风量不少于人均 30m<sup>3</sup>/h，不同地区有特殊需要时，可由用户和制造商共同协商确定。

12.7 用于冬季寒冷地区的车辆应设取暖设备，运行时应维持司机室温度不低于 14℃；当车外空气温度低于 -14℃ 时，客室内平均气温不应低于 16℃。

12.8 采暖装置应能根据需要按不同工作挡位调节温度。

12.9 对安装采暖设备部位的侧墙、地板及座椅等应进行安全隔热处理。根据 TB/T 2704 的规定，车用电加热器罩板表面温度不应大于 68℃。

12.10 空调和采暖设备应具有相应的电气保护功能。

## 13 网络控制诊断系统

13.1 列车宜通过列车网络控制系统进行控制。与运行安全有关的控制除列车网络控制系统，还应具有硬线后备控制功能。

13.2 网络控制系统数据通信应具有以下功能：

- 列车网络控制系统可与各子系统通过列车通信网络进行通信；
- 可使用装有专用软件的便携式电脑通过列车通信网络上的标准接口，下载各联网系统信息；
- 主要微机控制子系统能通过列车通信网络上的标准服务接口进行在线测试。

13.3 列车诊断系统接收列车子系统的状态信息、故障信息，并能进行自诊断和存储，并在司机室的显示终端进行显示。

13.4 列车主要子系统应具有自诊断和监控功能。

13.5 列车控制、诊断系统应具有行车事件记录功能。

13.6 列车网络控制系统关键部件功能及通信通道应有冗余。

- 13.7 列车网络控制系统应具有电磁屏蔽措施。
- 13.8 列车网络控制系统应具有扩展功能。
- 13.9 列车网络控制系统宜具有上传数据至地面的接口。

## 14 通讯与乘客信息系统

- 14.1 司机室应装有与调度指挥中心进行双向通讯的通讯装置。
- 14.2 列车各司机室间可通过车载通讯装置进行双向通讯。
- 14.3 司机室应装有司机、调度指挥中心对乘客广播及报站的设备；客室内应装有扬声器用于广播和预告前方停站，并装有线路、车站向导标志等乘客信息设施。
- 14.4 客室内应装有乘客对讲装置。在紧急情况下乘客可通过报警装置向司机报警，并能与司机进行对讲；司机应能通过报警装置自动识别报警车厢号。
- 14.5 司机室应装有运行区段显示装置。
- 14.6 客室内宜设置视频监控及乘客信息显示等设施。
- 14.7 司机室内宜设置视频监控及观察客室视频监控的装置。

## 15 安全设施

- 15.1 司机操纵台上应设置紧急制动装置和警惕装置。
- 15.2 司机室内应设置客室侧门开闭状态显示和车载信号显示装置，并应便于司机观察。客室侧门开闭状态应与列车牵引系统进行电气联锁，车门未关闭时禁止起动，车速高于 5km/h 时应不能打开车门。
- 15.3 车辆应有列车自动防护系统(ATP)或列车自动防护系统(ATP)与自动驾驶系统(ATO)，以及可保证行车安全的通讯联络装置。
- 15.4 列车前端应装有远近光可切换的前照灯，在车辆前端紧急制动停车距离处测试照度应不小于 2 lx。列车尾端应装有可视距离足够的红色标志灯。车辆侧壁可根据需要设置显示车门开闭、制动缸缓解等状态指示灯。
- 15.5 列车应设置有鸣笛装置。
- 15.6 车辆内应有各种警告标识，包括标在司机室内的紧急制动装置、带电高压设备、消防设备及电器箱内的操作警示标识等。
- 15.7 司机室、客室应配置适合于电气装置与油脂类的灭火器具，安放位置应明显标识并便于取用。灭火材料在灭火时产生的气体不应对人体产生危害。防火及消防应满足 CJ/T 416 的相关规定。
- 15.8 列车在特殊情况下，应具有紧急疏散乘客的能力。
- 15.9 在海拔高于 3000m 地段运行的车辆，司机室、客室内宜配置供氧装置。供氧系统应满足 TB/T 3216-2009 的相关规定。
- 15.10 车辆金属部件的接地保护措施应满足 TB/T 2977 的相关规定。
- 15.11 列车宜设置安全监测装置。
- 15.12 车辆设计时宜考虑防脱轨措施。

## 16 试验与验收

- 16.1 车辆总装配完成后投入使用前，应按有关标准进行试验。静置试验和粘着路段线路试验规则参照 GB/T 14894 执行，齿轨路段的试验应包括通过入齿机构、齿轨道岔试验，以及牵引、制动试验，具体试验大纲应由制造方编制并获得用户批准，试验通过后方可进行验收。

16.2 车辆在进行型式试验前，制造厂家可进行调整。在整个过程中还可做必要的修改和线路试运行。运行的里程应按车辆的类型、最高运行速度和采用新设备、新技术的情况由用户和制造商双方协商确定。在粘着线路上运行的车辆，当缺乏规定值时，车辆最大试运行里程不小于 5000km，在齿轨路段上运行的车辆，当缺乏规定值时，车辆最大试运行里程不小于 1000km。

16.3 车辆在下列情况之一时，应进行型式试验：

- 新设计制造的车辆
- 批量生产的车辆实施重大技术改造，其性能、构造、材料、部件有较大改变者；
- 批量生产的车辆制造一定数量后，有必要重新确认其性能时，抽样进行测试；
- 制造商首次生产该型号车辆；
- 转厂后生产的车辆。

16.4 车辆的配套设备及主要部件应在检验合格后方可装车。

16.5 投入批量生产的车辆，应全部进行例行试验。例行试验结果应与该型产品型式试验相符。

16.6 正式提交验收的车辆应有产品合格书、型式试验报告、例行试验报告、使用维护说明书和车辆履历簿等。

16.7 车辆移交时，制造厂应向用户提供有关技术文件、维修用图纸和随车工具、备品。

16.8 研究性试验仅在用户与制造商双方合同中有规定时进行。

## 17 标志

车辆的有关信息应标注在车辆的明显位置上，其标注方法应符合相关标准的规定。制造商应提供完整的资料，标志内容不应少于以下规定：

- 产品名称与型号；
- 制造商的名称；
- 额定载客量；
- 出厂编号或代码；
- 出厂日期；
- 适用最大坡度；
- 齿轨路段最高运行速度；
- 粘着路段最高运行速度。

标志应清晰、易读、不易磨损。

## 18 运输与质保期限

18.1 车辆应由制造商妥善防护，并负责运送至合同指定的交货地点。

18.2 车辆设计方应联合制造商明确给出车辆及其主要部件的保修期限（一般不短于车辆验收后一年），在用户遵守使用维护说明书的情况下，保证期限内确属制造质量不良而出现故障影响运行或损坏时，制造商应及时无偿地负责修理或更换部件，安装调试，恢复运行。

18.3 对因设计或工艺缺陷而需进行整改的项目，应在该车完成此项整改之日起，对相关部件重新建立保证使用期限。