

ICS 77.040.01

CCS H25

团 体 标 准

T/CCTAS XX—202X

铰接式胶轮导轨电车技术条件

Technical specifications for articulated rubber wheel guided tram

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 使用条件	3
5 技术规格	3
6 基本要求	4
7 车体及车辆连接	6
8 司机室	6
9 客室	7
10 走行部	7
11 制动系统	7
12 牵引系统	8
13 辅助电源系统	8
14 网络控制系统	8
15 通信、视频广播、信息显示及监控装置	9
15.1 通信	9
15.2 视频广播	9
15.3 信息显示	9
15.4 监控装置	9
16 空调采暖系统	9

17 标记	10
18 试验	10
19 检查与验收	10
20 质量保证	10
21 包装、运输及贮存	11
附 录 A	12
附 录 B	14

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新技术促进分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：青岛中车四方轨道车辆有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、西南交通大学、中车株洲时代电气股份有限公司、中车永济电机有限公司、重庆安居古城华夏文化旅游发展有限公司、中铁二院重庆勘察设计研究院有限责任公司、中国铁路南宁局集团有限公司。

本文件主要起草人：李海涛、赵峰强、陈全雷、战韦鹏、王树才、郑毅、潘云龙、肖云鹏、李超、粘世昌、李言义、黄秋霞、周家林、饶真、刘玉文、盛文刚、林红、张博、王海军、张海泉、秦广泰、任玥、葛美周、李芾、高斌、王兆辉、王钦鹏、刘晓光、王腾、赵磊、孙帅、赵明慧、郭世彬、丁俊、王超涛、罗茂臻、张国红、王梦谦、黄波、陈正、张路军、胡肖飞、卢钿文。

铰接式胶轮导轨电车技术条件

1 范围

本标准规定了铰接式胶轮导轨电车的使用条件、技术规格、基本要求、车体及车辆连接、司机室、客室、走行部、制动装置、牵引系统、辅助电源系统、网络控制系统、通信视频广播信息显示及监控装置、空调采暖系统、标记、试验、检查与验收、质量保证与运输。

本标准适用于直流供电的各型铰接式胶轮导轨电车设计、制造和验收。

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 2977 载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷
- GB/T 3487 乘用车轮辋规格系列
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）
- GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定
- GB 5599 铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范
- GB 7000.1 灯具 第 1 部分：一般要求与试验
- GB/T 7031 机械振动道路路面谱测量数据报告
- GB/T 7928 地铁车辆通用技术条件
- GB 9744 载重汽车轮胎
- GB/T 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 21561.2 轨道交通 机车车辆受电弓：特性和试验第 2 部分：地铁与轻轨车辆受电弓
- GB/T 23431 城市轻轨交通铰接车辆通用技术条件
- 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 25118 轨道交通 机车车辆电气设备 开启式功率电阻器规则
- 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 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机
- GB/T 30489 城市轨道车辆客室侧门
- GB 55033 城市轨道交通工程项目规范
- CJ/T 416 城市轨道交通车辆防火要求
- JTG B01 公路工程技术标准
- QC/T 44 汽车风窗玻璃电动刮水器技术条件
- QC/T 533 商用车驱动桥总成
- TB/T 1484.3 机车车辆电缆 第 3 部分：通信电缆
- TB/T 1759 铁道客车配线布线规则
- TB/T 1804 铁道客车空调机组
- TB/T 2704 铁道客车电取暖器
- TB/T 2977 铁道车辆金属部件的接地保护
- TB/T 3139 机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量
- IEC 61375-3-4 铁路电子设备--列车通信网络--第 3-4 部分：CAN open 构成网络 (Electronic railway

equipment - Train Communication Network (TCN) - Part 3-4: CAN open Consist Network (CCN))

ISO 2631-1 机械振动和冲击：人体暴露于全身的评估 第一部分：一般要求（Mechanical vibration and shock -Evaluation of human exposure to whole-body vibration -Part 1:General requirements）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

铰接式胶轮导轨电车 articulated rubber wheel guided tram

采用低地板、铰接式、胶轮承载驱动、自动导向、电力牵引、多模块组成电动车辆，以下简称“胶轮导轨电车”。

3.2

铰接装置 articulated assembly

铰接装置是实现车辆连接的基本单元，可以满足车辆通过平面曲线及竖曲线时车厢间的相对运动。

3.3

走行部 running gear

支撑车体、使车辆沿固定轨道运行的部件，分动力走行部和非动力走行部。动力走行部支撑车辆、引导车辆运行并为车辆提供牵引力；非动力走行部与动力走行部相比，不为车辆提供牵引力。

3.4

车辆模块 vehicle module

根据车辆配置及长度需求实现不同组合的基本单元。

3.5

贯通道 passenger corridor

贯通道是车辆中具备柔性的部件，满足车厢间相对运动，并为乘客提供一个安全舒适的通道。

3.6

常用制动 service braking

车辆行驶过程中的常态制动模式，优先采用电制动，如电制动力不足，则采用空气制动补充。

3.7

快速制动 prompt braking

车辆需要紧急停车的一种制动模式，由电制动和空气制动共同参与，紧急制动过程为可逆。

3.8

安全制动 safety braking

车辆遇到突发事件需要紧急停车的一种制动模式，仅采用纯空气制动方式，安全制动过程为不可逆。

3.9

保持制动 holding brake

车辆自动施加的一种制动模式，车辆自动检测车辆停车并施加，保证车辆不会溜车。

3.10

停放制动 parking brake

通过停放制动电磁阀施加的一种制动模式。保证车辆在停放状态下，车辆能停止在所要求坡度范围内的线路上。

3.11

手制动 hand braking

车辆运行状态常用制动、紧急制动、安全制动均失效后，通过操作司机座椅旁驻车制动手柄施加的一种制动方式。

4 使用条件**4.1 环境条件**

- 4.1.1 正常工作海拔： $\leq 2500\text{m}$ 。
- 4.1.2 环境温度： $-25^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。
- 4.1.3 最湿月月平均最大相对湿度： $\leq 90\%$ （该月月平均最低温度为 25°C ）。
- 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。

4.2 线路条件

- 4.2.1 公路路面行驶，路面平整度符合 JTG B01《公路工程技术标准》二级公路技术标准要求。采用单轨导向。
- 4.2.2 最小平面曲线半径： $R15\text{m}$ 。
- 4.2.3 最小竖曲线半径： $R200\text{m}$ 。
- 4.2.4 最大坡度： $\leq 13\%$ 。

4.3 供电条件

- 4.3.1 供电方式：接触网、超级电容、锂电池或氢能源。
- 4.3.2 供电电压： $\text{DC}750\text{V}$ （波动范围 $\text{DC}500\text{V} \sim \text{DC}900\text{V}$ ）。
- 4.3.3 供电电压波动范围按实际需要可调整。

5 技术规格**5.1 车辆组成**

导轨电车车辆可有多模块组成。三编组基本组成单元为： $=\text{Mc}+\text{Tp}+\text{Mc}=\text{}$ ，四编组基本组成单元为： $=\text{Mc}+\text{Tp}+\text{T}+\text{Mc}=\text{}$

- 注： Mc ：带司机室的动车，有一动力走行部支撑；
- T ：不带受电弓的拖车；
- Tp ：带受电弓的拖车；
- $+$ ：带铰接装置的贯通道模块，有一非动力走行部支撑。
- $=$ ：牵引用连接拉杆

5.2 车辆主要技术参数

车辆主要技术参数应符合表1的规定。

表 1 车辆主要技术参数

序号	参数名称		技术指标
1	车辆的基本长度 (mm)	三编组	≤ 25000
		四编组	≤ 32000
2	车体宽度 (mm)		≤ 2650
3	车辆高度 (mm)		≤ 3600
4	车内客室通道净高度 (mm)		≥ 2100
5	客室地板面高度 (mm)		≤ 420
6	客室侧门口宽度 (mm)	双开门	≥ 1300
		单开门	≥ 800
7	车辆定距 (mm)		≤ 7000
8	走行部轮距 (mm)	动力走行部	≤ 1620
		非动力走行部	≤ 1870
9	受 (充) 电弓工作高度 (mm)		3900~5800
10	轴重 (t)		≤ 11
11	起动平均加速度 (m/s^2)	0-60km/h	≥ 0.50
		0-30km/h	≥ 0.95
12	最小转弯半径 (m)		≤ 15

车辆高度不包含受电弓。

车辆客室地板允许存在高度不超过 50mm 的台阶，台阶处应设置斜坡过渡。

车辆客室地板允许存在纵向坡度，坡度不超过 6° 。

车辆起动加速度为在平直道上，干燥路面上，额定载荷工况（详见 6.3 第 b 条规定）的环境。

6 基本要求

6.1 车辆动态参数为：

- a) 设计最高运行速度为 70km/h；
- b) 车辆轮胎爆胎后，车辆允许以不大于 20km/h 速度运行至救援路段；
- c) 牵引瞬时加速度：不应大于 1.3 m/s²；
- d) 牵引纵向冲动率：不应大于 1.0 m/s³；
- e) 制动性能应符合表 2 的规定。

表 2 制动性能要求

制动性能	常用制动	快速制动	安全制动	手制动
平均减速度/ (m/s ²)	≥1.3	≥3.5	≥2.5	≥2
最大冲击限制/ (m/s ³)	1.5	8	4	/

表 2 中所规定的车辆减速度为在平直道上，干燥路面上，额定载荷工况（详见 6.4 第 b 条规定）的环境下，车速从 70km/h 到 0km/h 的平均减速度。

6.2 车辆整备状态下的车辆自重不应大于规定值的3%。

6.3 载荷工况宜采用以下类型：

- a) 空车载荷（AW0）：整备状态下车辆自重与司机重量之和；
- b) 额定载荷（AW2）：可站面积按 6 人/m²（含固定座席满员）的载重与 AW0 之和；
- c) 超员载荷（AW3）：可站面积按 8 人/m²（含固定座席满员）的载重与 AW0 之和。

6.4 AW0~AW3 载荷的设计人均重量宜采用 60kg/人，可站面积计算应符合 GB/T 7928 的规定。

6.5 车辆的动力学性能可参照附录 B 选择性进行。

6.6 车辆内部噪声限值和测量方法应符合 GB/T 14892 的规定。

6.7 车辆外部噪声限值和测量方法应符合 GB/T 14892 的规定；在平直道以车辆最高时速或运行最高时速时，车外距离 7.5m，距离地面高度 1.5m 处的噪声值不应大于 80 dB（A）。

6.8 车辆的防火保护结构设计应符合 CJ/T 416 的规定。

6.9 车辆室内空气有害物质限量应符合 TB/T 3139 的规定。

6.10 车辆内部、外部电气设备防护应符合 GB/T 4208 的规定。

6.11 车辆金属部件的接地保护措施应符合 TB/T 2977 的规定。接地装置不应应对轴承产生电蚀，并防止对控制设备和列车广播系统的干扰。

6.12 车辆电气设备布线、接线规则宜符合 TB/T 1759 的规定。

6.13 车辆电气通信网络用电缆应符合 TB/T 1484.3 的规定。

6.14 车辆电气设备兼容性能试验及限值应符合 GB/T 24338.3 的规定。

6.15 车辆使用的橡胶轮胎应符合 GB 9744 的规定。

6.16 车辆密封性应符合 GB/T 14894 的规定。

6.17 车辆两端设吸能装置，车辆发生撞击事故时能有效地吸收撞击能量。

6.18 车辆架车、吊车等位置结构功能应符合车辆维护和救援的规定。

6.19 车辆应具有在特殊情况下破窗逃生、手动开门等紧急疏散乘客的能力。

6.20 车辆用其他黑色金属、有色金属以及涂料、橡胶、工程塑料、玻璃、复合材料、粘接用胶、隔热材等非金属材料，应符合 CJ/T 416 的规定。

7 车体及车辆连接

7.1 车体

7.1.1 车体采用整体承载结构,应具有足够的强度和刚度。车体结构在承受下列静载荷时,应力不应超过材料的屈服极限,不应产生永久变形:

a) 救援拉杆连接处纵向压缩载荷(200kN)与垂向载荷($g \times m_{AW0}$)的组合。

注: m_{AW0} 为 AW0 工况垂向载荷(不包括走行部),单位为 kg; g 为重力加速度,单位为 m/s。

b) 救援拉杆连接处纵向拉伸载荷(150kN)与垂向载荷($g \times m_{AW0}$)的组合。

c) 垂向最大工作载荷应按式(1)计算:

$$1.3 \times g \times m_{AW3} \quad \dots\dots(1)$$

式中:

m_{AW3} —AW3 工况垂向载荷(不包括走行部),单位为 kg。

d) 抬车

在规定位置抬起整个车辆(不包括走行部),载荷宜按式(2)计算:

$$1.1 \times g \times m_{AW0} \quad \dots\dots(2)$$

e) 支承点垂直移位抬车

7.1.1 d) 中的载荷工况应考虑到各模块中一个抬车点相对于其他 3 个支承点组成的平面垂直移位的情况。该抬车点相对于其余 3 个抬车点的垂直移位应考虑取 10mm,或者等于刚好引起抬车点脱离的垂直移位,取其中的较小值。

f) 车体静载荷工况的叠加

- 救援拉杆连接处的纵向压缩载荷(200kN)与垂向载荷($g \times m_{AW3}$)的叠加。
- 救援拉杆连接处的纵向拉伸载荷(150kN)与垂向载荷($g \times m_{AW3}$)的叠加。

7.1.2 车体结构设计寿命不应小于 30 年。

7.1.3 车体结构防雨应符合 GB/T14894 的规定。

7.2 车辆连接

7.2.1 车体模块之间应根据需要设置贯通道,以满足车辆模块之间的连接、曲线通过与室内贯通的要求;

7.2.2 车体模块之间设置的电气连接装置、制动连接装置等应能满足车辆通过曲线时安全、可靠的工作;

7.2.3 车辆车端应设有牵引拉杆装置和吸能装置,保证车辆救援要求,对事故撞击具有一定等级的防护能力。

8 司机室

8.1 司机室布置应能保证司机有清晰的视野,可方便、安全的操作。

8.2 车辆在运行中能清楚方便地瞭望到前方信号、线路、障碍物、接触网、隧道和站台等状况;通过后视装置能够清晰的观察车辆两侧、侧后方及站台侧的状况;通过监控装置随时观察客室内状况。

8.3 司机操纵台的外型、结构、各种操纵装置及信息显示方式与司机座位的布置应符合人体工程学,同时能方便观察到信息显示设备和前方线路;司机台的显示器、仪表和指示灯在日光下或夜间灯光下,应能在 500mm 远处清楚地看见其显示内容。

8.4 司机室的前窗玻璃应采用符合抗冲击型安全电热玻璃,并符合 GB 18045 的规定;前窗应设刮雨器与遮阳装置。

8.5 司机座椅应采用软式或半软式,其高度、前后位置应可以调节;座椅布置应做到让司机在必要时可以迅速离开。

8.6 司机室与客室之间应设端墙与隔门,从司机室向客室观望时,隔门具有良好的透视性。

8.7 司机室应设置工具箱,至少设置一个 2kg 灭火器,所处位置和固定方式便于使用。

8.8 司机室内饰防火应符合 CJ/T 416 的规定;地板布应具有防滑、耐磨的性能。

- 8.9 司机室内有良好的密封性、保温性、防尘性；所有与外部贯通的接口，应进行密封处理。
- 8.10 司机室应设置电动刮雨器，符合 QC/T 44 的规定。
- 8.11 司机室端应设置头灯，符合 GB 4785 的规定。
- 8.12 司机室端应设置鸣笛装置。

9 客室

- 9.1 客室内装及设备应符合安全可靠、方便使用及维护、舒适性的要求。
- 9.2 客室内装及设备的防火应符合 CJ/T 416 的规定，地板布应具有防滑、耐磨的性能。
- 9.3 客室宜设置双开客室门，宜符合 GB/T 30489 的规定。客室门门板宜采用玻璃门板。客室门应具有机械锁闭、故障隔离、紧急解锁、重开门、零速保护等安全设计；具有机械锁闭、故障隔离、司机集中控制、紧急解锁等功能。
- 9.4 客室窗应安装牢固。可设置固定窗或活动窗；活动窗宜采用上部开闭式车窗；窗玻璃应采用安全玻璃，符合 GB 18045 的规定。
- 9.5 客室应设置应急锤、立杆、扶手、座椅等设施，座椅设计符合人机工程学要求。
- 9.6 客室内顶部应设置照明装置，符合 GB 7000.1 的规定。
- 9.7 客室应至少设两个灭火器，所处位置和固定方式便于识别和使用。
- 9.8 客室应有足够的灯光照明，在距地板面高 800 mm 处的照度平均值不低于 200Lux；在正常供电中断时，备有紧急照明，其照度不应低于 10Lux。
- 9.9 客室宜设置一处轮椅专用位置并应有乘轮椅者适用的抓握扶手杆或固定装置。
- 9.10 客室应设有警示标志、使用说明等。

10 走行部

- 10.1 走行部应具有良好的运行平稳性、足够的小曲线通过能力、低噪声及运行安全性。
- 10.2 走行部分为动力走行部和非动力走行部，两者均可采用整体轴桥式或独立车轮式结构。
- 10.3 走行部应配备 ECAS 系统，可实现多档调节，满足车辆不同离地高度需求。
- 10.4 走行部应设置检测车轮转速的速度传感器。
- 10.5 走行部应设有基础制动装置，根据需要设定驻车制动装置。
- 10.6 走行部应设置导向机构，导向机构各活动关节应转动灵活无卡滞。导向机构应具有锁定状态（导向状态）和随动状态（非导向状态），且可以实现两种状态的自动切换。导向机构应设有排障及防脱轨装置。
- 10.7 动力走行部应设置转向驱动桥，应符合 QC/T 533 的规定，减速比应满足整车最高车速及最大牵引力的需求。
- 10.8 走行部轴桥承载能力应满足整车满载时分配到该桥上载荷的 2.5 倍。
- 10.9 走行部轮胎应设置防塌陷装置，防塌陷装置应拆卸方便。
- 10.10 走行部轮胎应符合 GB/T 2977 及 GB/T 9744 的规定。
- 10.11 走行部轮辋应符合 GB/T 3487 的规定。
- 10.12 走行部主要承载钢结构的静强度需满足静载荷的 2 倍校核，装有阻尼器的车辆，同时需要加载 1.5 倍的阻尼器卸载载荷；疲劳强度需满足静载荷的 1.5 倍校核，装有阻尼器的车辆，同时需要加载 1.5 倍的阻尼器卸载载荷，疲劳寿命应达到 240 万次以上。

11 制动系统

11.1 车辆制动系统应至少具有独立又可以相互配合的电制动和摩擦制动两种基本方式。宜采用电制动优先的模式，电制动不足时自动投入摩擦制动；摩擦制动可采用空气介质或液压介质，也可采用其他类型的介质。

11.2 制动系统应具有常用制动、快速制动、安全制动、保持制动、停放制动、手制动功能。

11.3 摩擦制动应具有独立执行制动的功能和与电制动交替平滑转换的混合制动功能。

11.4 电制动中再生制动应优先于电阻制动。

11.5 停车时，制动系统应具有最大坡道、最大载重、最大风速条件下，车辆自动检测并施加保持制动功能。该功能宜采用非电制动方式施加，并具有自动缓解的功能。

11.6 长时间停车时，制动系统应具有最大坡道、最大载重、最大风速条件下，保障车辆长时间不溜车的停放制动功能。实现该功能的制动装置，应采用弹簧施加额外停放制动力，并仅以机械方式传递制动力。

11.7 车辆在常用制动、快速制动、安全制动、保持制动均失效的情况下，通过手制动方式应能保证车辆安全停车。

11.8 制动系统应具有防抱死功能。

11.9 制动装置应设有缓解阀操作装置。

12 牵引系统

12.1 车辆牵引系统应为车辆提供所需的牵引和电制动能力，实现牵引和制动过程中的防空转、防滑、防冲动、坡停启动、故障检测与隔离等功能。

12.2 车辆牵引系统应采用交流传动控制方式，宜设两个或两个以上的牵引单元。

12.3 牵引电机应符合 GB/T 25123.2 的规定。

12.4 牵引变流器应符合 GB/T 25122.1 的规定。

12.5 电阻制动装置应符合 GB/T 25118 的规定。

12.6 受电装置应符合 GB/T 21561.2 的规定，受电装置与网线接触力为 60N~150N，应具有车辆过电压保护及避雷的功能。

12.7 车辆处于 AW3 载荷工况，牵引系统任意二分之一或更少牵引单元发生故障时，应具有通过线路最大坡道的能力。

12.8 车辆处于 AW0 载荷工况，牵引系统应具有牵引一列处于空载工况的失去动力车辆通过线路最大坡道并返回车辆维修基地的能力。

13 辅助电源系统

13.1 车辆辅助电源系统应具有两个或两个以上辅助供电单元和多种冗余备用的设置。

13.2 车辆应设置辅助用蓄电池，蓄电池容量应符合司机室照明、客室应急照明、头灯、广播、网络控制系统等安全设备用电 30 分钟以上的规定。

13.3 车辆应配备与受电系统互锁的外接电源装置。当受电系统不工作时，外接电源应能为车辆辅助电源系统供电，满足蓄电池充电和交流负载供电要求。

13.4 车辆辅助电源系统应具有为车辆提供正常使用时的辅助供电，1 个或多个辅变单元故障时其他非故障辅变单元可扩展辅助供电、受电系统失效时的应急供电和检修供电等功能。

14 网络控制系统

14.1 车辆应采用网络控制系统，与运行安全相关的控制，除网线外，应设置硬线冗余。

14.2 驾驶模式采用人工驾驶并具备以下功能：

- a) 确定车辆的可操作端位置功能；
- b) 运行方向选择功能；
- c) 运行模式选择功能；
- d) 人工操作控制装置实施牵引、惰行、常用制动、紧急制动操作功能；
- e) 无人警惕功能；
- f) 可操作的停车制动功能；
- g) 司机对全部辅助设备实施手动控制的功能。

14.3 网络控制系统具有监控和诊断功能，应具备以下功能：

- a) 系统具有车辆主要设备运行状况及其故障的自动信息收集、记录、显示功能；
- b) 系统应具有对辅助设备的控制功能；
- c) 系统应具有故障信息识别、处理、数据的读取功能；
- d) 主要子系统应具有自我诊断功能；
- e) 系统操作应具有正常运行、驾驶员支持、维修支持、测试模式的监控功能。

14.4 安全制动指令等级应高于系统的其他运行控制指令，车辆故障安全导向所自动施加的制动指令应高于系统的控制及监控指令。

14.5 系统通信网络传输功能应有网络冗余设计。

15 通信、视频广播、信息显示及监控装置

15.1 通信

15.1.1 车辆宜设独立的与地面控制中心联络的无线通信系统；

15.1.2 无线通信系统应具有地面控制中心与本车司机进行无线联络的功能，地面控制中心通过本车广播对乘客进行播音的功能，本车司机与地面控制中心通信的功能。

15.2 视频广播

15.2.1 广播系统应具有自动报站、司机对乘客广播、两端司机对讲、乘客与司机紧急对讲、预录制广播、司机对广播控制、高级别广播优先广播等功能；

15.2.2 视频系统应具有司机集中控制、预录制视频播放、多视频格式解码播放等功能。

15.3 信息显示

- a) 车内各侧门上方应设置行车路线、行车方向、行车及停车位置的信息显示装置；
- b) 车外司机室端上方应设置终点站信息显示装置；
- c) 车外两侧应设置侧标志灯显示装置。

15.4 监控装置

- a) 车内应设置由司机控制的客室监控装置，客室监控装置应能拍摄乘客与司机紧急对讲装置处画面；
- b) 车外应设置后视监控装置，具有车辆运行时司机室内显示主控驾驶室两侧画面；车辆停站时显示站台画面的功能；
- c) 司机室应设置行车记录监控装置，该装置宜设置在操纵台前方或者终点站信息显示装置附近，具有记录行车过程中车辆前方及两侧路况的功能；
- d) 司机室应设置司机室监控装置，应能拍摄到操纵台和司机操作。

16 空调采暖系统

16.1 车辆空调制冷能力，应符合 GB/T 23431 的规定，不同地区亦可根据当地气候条件另行规定温度要求。

16.2 车辆应有充分利用自然通风的装置。

- 16.3 车辆应依据环境温度设置车内独立的采暖装置，采暖能力应符合 GB/T 23431 的规定。
- 16.4 空调制冷系统应设温度传感器，并具有温度自动调节的功能。
- 16.5 空调机组应符合 TB/T 1804 的规定。
- 16.6 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，人均新风量不得少于 10m³/h（按额定载客人数计）。客室内仅有机械通风装置时，人均供风量不应小于 20m³/h。
- 16.7 客室电热装置应符合 TB/T 2704 的规定。
- 16.8 客室电热装置应采用集中控制，并可根据需要分档控制启、停。
- 16.9 司机室空调送风应设有风量、风向可调的送风口。
- 16.10 司机室电热装置应单独控制。
- 16.11 空调和电热均应具备电气保护功能。
- 16.12 车辆空调系统应有可靠的排水、防水设计。

17 标记

- 17.1 车内应设置灭火器、客室门、贯通道、紧急对讲、电热器等设施的安全标记，应设置车辆制造商名称、生产日期、编号等车内车辆标记。
- 17.2 车外应设置车辆编号、车辆方位、架车位、吊车位等车外车辆标记，以及设置车顶、车下各电气设置的安全标记。
- 17.3 标记应符合相关技术文件和产品图样的规定。

18 试验

- 18.1 车辆应有试验计划，试验项点宜符合 GB/T 14894 的规定。
- 18.2 在下列情况之一时，首辆车应进行型式试验：
 - a) 新设计生产时；
 - b) 批量生产过程中，经过重大技术改造时；
 - c) 按已定型图纸生产的，但已中断生产时间过长时或如有必要抽样复查时；
 - d) 按已定型图纸异地生产时。
- 18.3 车辆型式试运行最大里程参照 GB/T 7928 的规定，宜设定为 3000km；批量生产的车辆例行试运行里程不应少于 200km。

19 检查与验收

- 19.1 车辆各零部件的制造、调试、试验等工序，应有完整的检查合格证明文件。
- 19.2 车辆应有完整的例行试验检查合格证明文件。
- 19.3 车辆按相关要求配备所规定的文件、图纸、备品备件、专用工具等，可分阶段进行验收。
- 19.4 首辆车应具有厂内型式试验和例行试验检查合格证明文件，以及运行现场型式试验合格证明文件，可分阶段进行验收。
- 19.5 批量生产的车辆应具有例行试验检查合格证明文件，以及试运行合格证明文件，可分阶段进行验收。

20 质量保证

- 20.1 车辆应具有质量保证计划，以保证符合要求的车辆如期交货。
- 20.2 车辆应有不少于一年的质量保证期限的规定。

20.3 车辆应有质量保证期延迟的规定。

21 包装、运输及贮存

21.1 车辆的包装、运输应符合 GB/T 7928 的规定。

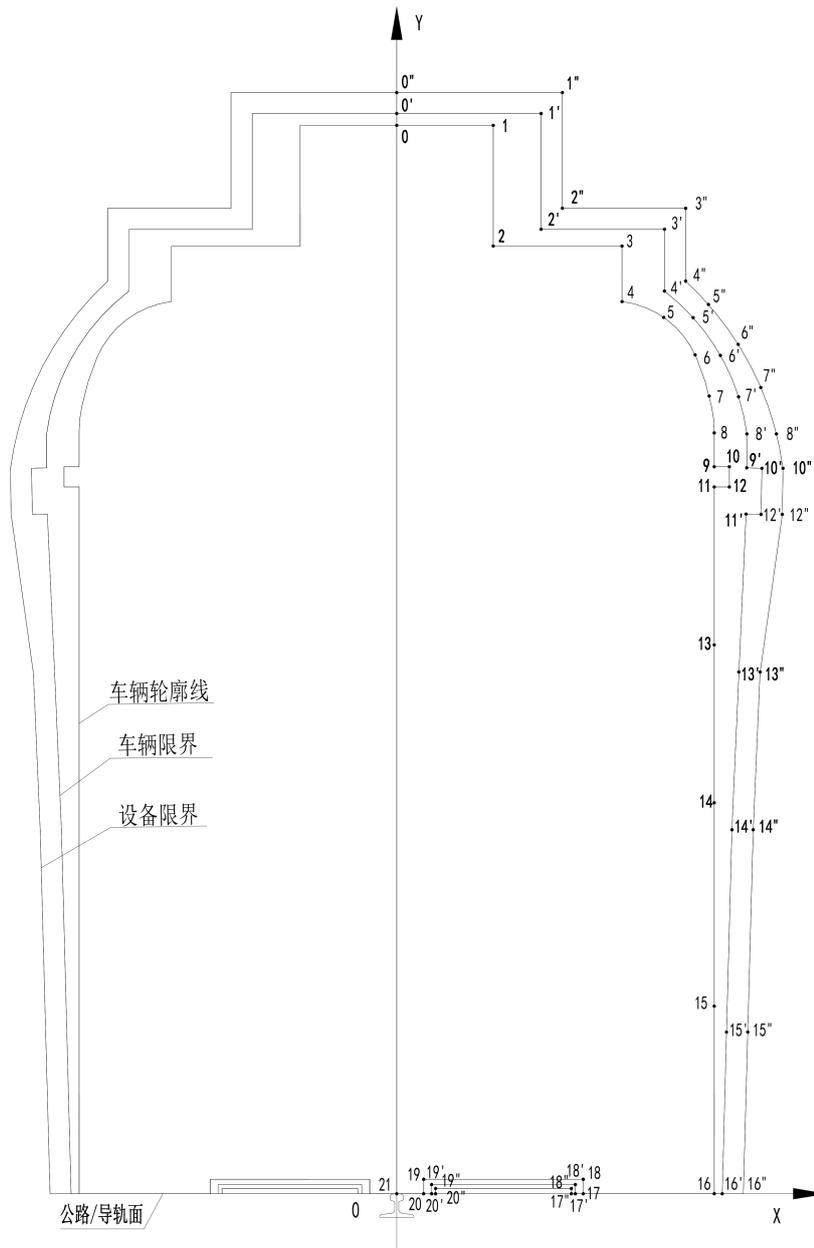
21.1 铰接式胶轮导轨电车应贮存在通风、干燥、无腐蚀性气体存在的场所。

附录 A

(资料性)

车辆轮廓线、车辆限界及设备限界综合图及坐标表

图 A.1 规定了车辆轮廓线、车辆限界、直线地段设备限界。表 A.1~A.3 规定了车辆轮廓线、车辆限界及设备限界的坐标。



图A.1车辆轮廓线、车辆限界及设备限界综合图

表A.1规定了车辆轮廓线坐标表

坐标号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
X	0	365	365	852	852	1009	1128	1181	1200	1200	1257	1200	1257	1200	1200
Y	4072	4072	3615	3615	3400	3340	3197	3040	2899	2770	2770	2694	2694	2092	1490
坐标号	15	16	17	18	19	20	21								
X	1200	1200	705	705	102	102	0								
Y	720	0	0	55	55	0	0								

表A.2规定了车辆限界坐标表

坐标号	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'
X	0	546	546	1012	1012	1120	1123	1292	1323	1323	1385	1320	1377	1293	1267
Y	4117	4117	3676	3615	2440	3339	3195	3040	2895	2766	2765	2590	2589	1988	1387
坐标号	15'	16'	17'	18'	19'	20'	21'								
X	1246	1230	675	675	132	132	0								
Y	616	0	0	35	35	0	0								

表A.3规定了设备限界坐标表

坐标号	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	13"	14"	15"	16"
X	0	626	626	1092	1092	1178	1291	1376	1435	1460	1457	1373	1347	1326	1310
Y	4197	4197	3756	3756	3478	3389	3237	3072	2895	2765	2589	1988	1387	616	0
坐标号	17"	18"	19"	20"	21"										
X	660	675	147	147	0										
Y	0	20	20	0	0										

附录 B

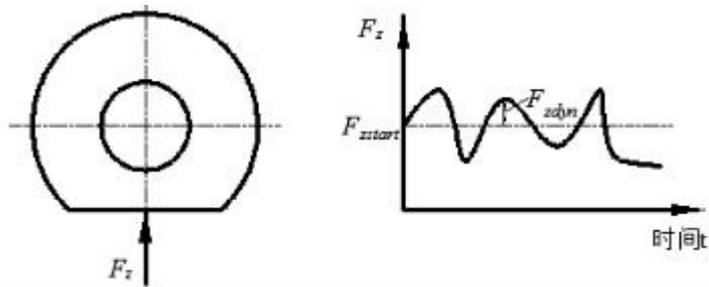
(资料性)

车辆系统动力学评定方法

B.1 车辆行驶安全性

B.1.1 车轮载荷 F_z 关系到行驶安全性和道路应力。通过考察车轮动载荷的变化情况，分析车轮是否会离开地面失去附着力。 F_z 由静态和动态两部分组成，列于式 1-1，如图 B.1 所示：

$$F_z(t) = F_{zstart} + F_{zdyn}(t) \tag{1-1}$$



图B.1 静态轮荷 F_{zstart} 和动态轮荷 F_{zdyn} 的说明

B.1.2 车轮动载荷指的是对静平衡位置来说，轮胎载荷大小变化的均方根值。汽车的非簧载质量、簧载质量的相对振动产生了车轮的动载荷，在汽车车轮的静载荷小于汽车车轮动载荷的情况下，汽车车轮则会跳离出地面，伴随着车轮失去地面附着性能，汽车操纵稳定安全性能等会受到一定程度的影响。因此车辆行驶安全性的评价指标是车轮载荷 F_z 应大于0。

B.2 人体对振动的反应

B.2.1 参照 ISO 2631-1 要求。如图 B.2 所示人体的坐姿受振动模型：对于座椅支承面的 3 个方向上的扭转振动、3 个方向上的线性振动，和脚部支承面、座椅靠背处的各 3 个方向上的线性振动进行了考虑，一共是 12 个分量。

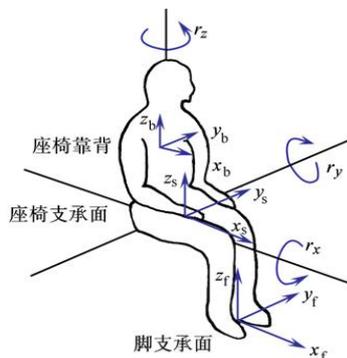


图 B.2 人体坐姿受振模型

B. 2.2 ISO2631-1 中规定，车体的垂向振动主频应避开人较为敏感的 4Hz~12.5Hz 的范围，纵向振动主频应避开人较为敏感的 0.5Hz~2Hz 的范围；GB 5599 中的规定，车体的振动加速度应小于 2.5m/s^2 。因此，人体对振动的反应的评价标准应符合表 B.1 的规定：

表 B.1

指标	垂向振动主频	纵向振动主频	振动加速度
数值	<4Hz; >12.5Hz	<0.5Hz; >2Hz	<2.5m/s ²

B. 3 曲线通过能力评定标准

B. 3.1 导向轮导向力

导轨电车导向机构提供车辆通过曲线时所需的导向力，导向轮导向力可以作为一个评价指标对导轨电车的曲线通过性能进行评价。导向力需满足导向机构的结构强度极限，导向力应小于10kN。

B. 3.2 轮胎侧偏角

导轨电车在行驶过程中，由于路面的侧向倾斜侧向风或者曲线行驶时的离心力等的作用，车轮中心沿车轴方向产生一个侧向力 F_c ，因为车轮是有弹性的所以在侧向力 F_c 未达到车轮与地面间的最大摩擦力时，侧向力 F_c 使轮胎产生变形使车轮倾斜导致车轮行驶方向偏离预定的行驶路线这种现象即为轮胎的侧偏现象。轮胎的中心线在侧向力 F_c 的作用下与车轮平面错开了一定距离，而且有一个倾斜角，这个倾斜角就叫做轮胎的侧偏角。轮胎的侧偏特性对车辆的操纵稳定性起很大的作用也影响着轮胎的使用寿命或耐磨损性能。轮胎的侧偏角大小则是反映轮胎侧偏特性的一个重要参数。为保证车辆运行稳定性，运行过程中轮胎侧偏角应小于 4° 。

B. 3.3 轮胎最大垂向作用力

轮胎的负荷越大越不易获得对应负荷下路面所能提供给轮胎的最大摩擦力，不利于车辆的操纵稳定性和安全性，另外轮胎负荷越大不仅会使轮胎切向力增大而且会使轮胎在大侧偏角下的回正力矩急剧减小，这对车辆的操纵稳定性和安全性影响极大，且轮胎切向力过大也会导致轮胎磨损加剧缩短轮胎使用寿命，因此应尽量避免车辆超载。对于导轨电车，反映这一特性的指标为走行轮胎的最大垂向作用力，与轮胎的最大侧偏角类似走行轮胎能承受的最大垂向作用力仍然取决于轮胎的特性。通过与最大垂向作用力的比较可以在一定程度上说明车辆曲线通过性能优劣，同时还能反映轮胎对道路的作用程度。轮胎在各工况受到的垂向力应小于其允许最大载重。

B. 4 动力学计算原理

B. 4.1 车辆运行平稳性计算

B. 4.1.1 在运行平稳性分析中，同时考虑车辆的横向和垂向两个方向的运动，因此，车辆系统在直线上的运动非线性微分方程组如式4-1所示：

$$[M]\{\ddot{x}\}+F(x,\dot{x})=F(t) \quad (4-1)$$

式中

x ——状态矢量；

M ——质量矩阵；

$F(x, \dot{x})$ ——非线性悬挂力矢量；

$F(t)$ ——激励力矢量。

B. 4. 1. 2 由于外力是通过路面对轮胎的强迫位移激振而得到，所以式4-2右端外力向量 $F(t)$ 仅为线路不平顺的函数。通过采用时域内轨道不平顺的输入，用逐步积分法求解非线性系统的响应，即求解式4-2的初值问题：

$$\begin{cases} \ddot{y}_i = f(t, y_1, \dots, y_n, \dot{y}_1, \dots, \dot{y}_n) \\ y_i(t_0) = y_{i0}, \dot{y}_i(t_0) = \dot{y}_i \end{cases} \quad i=1, 2, \dots, n \quad (4-2)$$

B. 4. 1. 3 路面不平度通常用来描述路面的起伏程度，是车辆行驶过程中的主要激励，在车辆的动态响应中起主导作用，影响车辆行驶的平稳性、乘坐舒适性、行驶稳定性、零部件疲劳寿命和运输效率等。根据标准GB/T 7031，采用路面功率谱密度描述路面不平度的统计特性，表达式如式（4-3）所示。

$$G_d(n) = G_d(n_0) \left(\frac{n}{n_0} \right)^{-w} \quad n > 0 \quad (4-3)$$

式中

$G_d(n)$ ——路面功率谱密度， m^2 / m^{-1} ；

n ——空间频率， m^{-1} ；

n_0 ——参考空间频率， $n_0 = 0.1m^{-1}$ ；

$G_d(n_0)$ ——路面不平度系数；

w ——频率指数。

B. 4. 1. 4 按功率谱密度把路面不平度分为八级，表B.2所示为各级路面的不平度系数值范围及几何平均值，图B.3所示为路面不平度分级图，图B.4所示为B级路面激励，对车辆的动力学仿真采用B级路面不平度。

表 B.2 各级路面的不平度系数值范围及几何平均值

路面等级	路面不平度系数		
	$G_d(n_0) \ 10^{-6} m^2 / m^{-1} \ n_0 = 0.1 m^{-1}$		
	下限	几何平均	上限
A	8	16	32
B	32	64	128
C	128	256	512
D	512	1024	2048
E	2048	4096	8192
F	8192	46384	32768
G	32768	65536	131072
H	131072	262144	524288

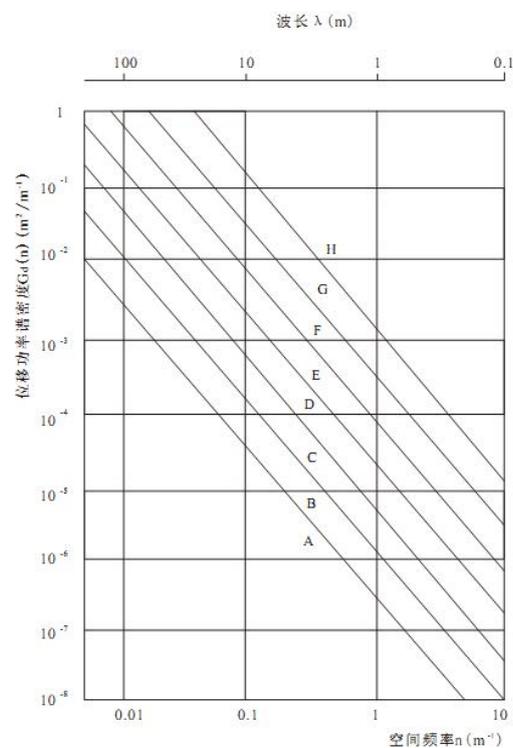


图 B.3 所示为路面不平度分级图

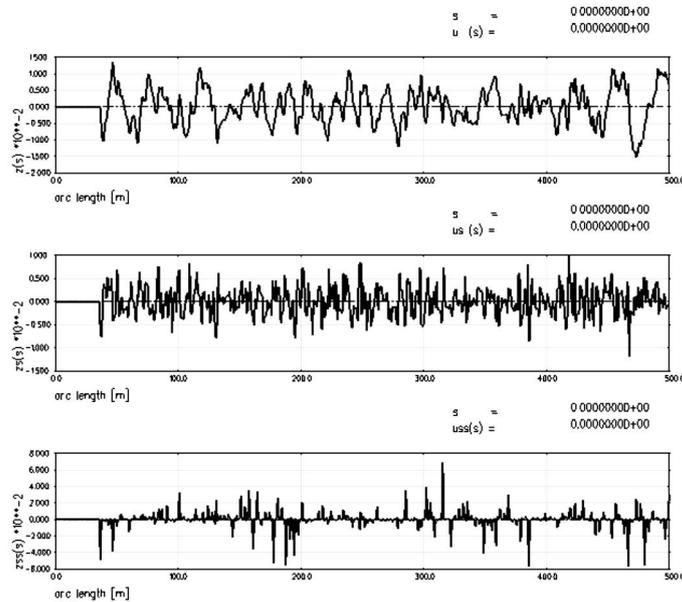


图 B.4 5 级路面谱激励

B. 4. 1. 5根据线路不平顺，利用计算程序求出车辆各部件的位移、速度、加速度响应。根据车体横向及垂向振动加速度随时间的变化历程，求出车辆的振动情况。

B. 4. 2动态曲线通过性能计算

B. 4. 2. 1曲线通过性能是评价车辆运行安全性的一个重要因素，车辆在曲线上运行时，由于行车速度不可能完全对应平衡超高，因此整个列车及车内均要受到离心力的作用，与其相对应的未被平衡离心加速度会作用在车内的乘客身上。根据GB 55033规定,为提高曲线通过速度，并满足乘客舒适度的要求，在未设定超高的基础上，允许未被平衡横向加速度 0.4m/s^2 是乘客舒适度的基本临界点；在设定超高的基础上，允许最大未被平衡横向加速度 0.78m/s^2 是乘客舒适度的基本临界点。

B. 4. 2. 2 车辆通过曲线时的离心加速度：

$$g_c = \frac{v_{\max}^2}{R} \tag{4-4}$$

$$V_{\max} = \sqrt{g_c R} \tag{4-5}$$

式中 V_{\max} ——曲线允许的最高通过速度，km/h；

R ——曲线半径，m；

g ——重力加速度，取 9.81 m/s^2 ；

g_c ——离心加速度，取 0.4m/s^2 （或 0.78m/s^2 ）

B. 4. 2. 3 线路设置参考路面单轨导向式车辆的最高速度 70km/h ，轨道采用公路面B级路面谱。车辆通过曲线时的非线性运动微分方程的矩阵形式为：

$$[M]\{\ddot{x}\}+G(x,\dot{x})=\{F_c\} \quad (4-6)$$

式中

$[M]$ ——质量矩阵；

$G(x,\dot{x})$ ——非线性悬挂力；

$\{x\}$ ——状态矢量；

$\{F_c\}$ ——外界激励矢量。

B. 4. 2. 4 利用计算程序求解式(4-6)，可求出车辆各部件的位移、速度、加速度响应以及悬挂力等。