

智轨快运电车通用技术条件

General technical specification for Autonomous-rail Rapid Tram

（征求意见稿）

（本稿完成时间：2025年6月）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

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	2
5 技术规格	4
6 基本要求	5
7 车体及车辆连接	6
8 司机室	7
9 客室	7
10 空调系统	8
11 转向架	8
12 制动系统	8
13 牵引及辅助供电系统	8
14 车载储能系统	9
15 照明系统	9
16 控制与诊断系统	10
17 智能控制系统	10
18 通信、广播与信息显示	10
19 试验方法	11
20 检验规则	12
21 标志、包装、运输和储存	13
22 检查与验收	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。

本文件代替DB 43/T 1837—2020，与DB 43/T 1837—2020相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 修改了术语“智轨快运电车”（见3.1，2020年版3.1）；
- b) 增加了术语“导向轮”（见3.5）；
- c) 修改了车道宽度技术要求（见4.2.6，2020年版4.2.6）；
- d) 修改了供电条件技术要求（见4.4，2020年版4.4）；
- e) 修改了智轨电车模块组成的描述（见5.1，2020年版5.1）
- f) 修改了车辆结构尺寸参数要求（见5.2，2020年版5.2）；
- g) 修改了动态包络线技术要求（见6.1，2020年版6.1）；
- h) 修改了制动性能技术要求（见6.11，2020年版6.11）；
- i) 修改了车体技术要求及描述（见7.1，2020年版7.1）；
- j) 修改了内装及设施防火技术要求（见9.2，2020年,9.2）；
- k) 修改了转向架技术要求及描述（见11.1、11.2、11.7、11.8,2020年版11.1、11.2）；
- l) 增加了外部照明灯具配置的技术要求（见15.2.2）；
- m) 增加了导向轮控制的技术要求（见17.1.5）；
- n) 增加了高精度实时定位、纵向自动控制、车辆智能网联、远程监控的技术要求（见17.2.8、17.2.9、17.2.10）；
- o) 修改了监控数据存储时间的技术要求（见18.4，2020年版18.4）。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出。

本文件由湖南省新型城市轨道交通标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中车株洲电力机车研究所有限公司、湖南省轨道勘察设计有限公司、长沙市轨道交通集团有限公司、湖南中车智行科技有限公司、四川川南轨道交通运营有限公司、中铁四院集团新型轨道交通设计院有限公司、苏州高新有轨电车集团有限公司运营分公司、株洲市公共交通有限责任公司。

本文件主要起草人：李文波、周博闻、李浩、曾敏、杨昭明、刘文婷、廖欣、陈立、蒋小晴、刘彪、闫志明、徐鹏、张木生、李树培、詹崇树、王华兵、孟沛然、余晓。

本文件及其所替代文件的历次版本发布情况为：

本文件于2020年首次发布，本次为第一次修订。

智轨快运电车通用技术条件

1 范围

本文件规定了智轨快运电车（以下简称“智轨电车”）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、空调系统、转向架、制动系统、牵引及辅助供电系统、车载储能系统、照明系统、控制与诊断系统、智能控制系统、通信、广播与信息显示、试验方法、检验规则、标志、包装与运输、检查与验收等。

本文件适用于智轨快运电车。

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/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB 4351.1 手提式灭火器 第1部分：性能和结构要求
- GB 4785 汽车及挂车外部照明和光信号装置的安装规定
- GB/T 4970 汽车平顺性试验方法
- GB/T 5914.2 机车司机室前窗、侧窗及其他窗的配置
- GB/T 7928 地铁车辆通用技术条件
- GB 9656 汽车安全玻璃
- GB 11555 汽车风窗玻璃除霜和除雾系统的性能和试验方法
- GB/T 13594 机动车和挂车防抱制动性能和试验方法
- 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 15742 机动车用喇叭的性能要求及试验方法
- GB/T 16311 道路交通标线质量要求和检测方法
- GB 18384 电动汽车安全要求
- GB/T 18487 电动汽车传导充电系统
- GB/T 20234 电动汽车传导充电用连接装置
- 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 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 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验
- GB/T 23431 城市轻轨交通铰接车辆通用技术条件
- 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 25119 轨道交通 铁道机车车辆电子装置
- GB/T 25343（所有部分） 铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接
- GB/T 28046.3 道路车辆 电气电子设备的环境条件和试验 第3部分：机械负荷
- GB/T 30489 城市轨道交通车辆客室侧门

- GB/T 31486 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法
- GB/T 34571 轨道交通 机车车辆布线规则
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 38661 电动汽车用电池管理系统技术条件
- CJJ 37 城市道路工程设计规范要求
- CJ/T 417 低地板有轨电车车辆通用技术条件
- JT/T 280 路面标线涂料
- QC/T 518 汽车用螺纹紧固件紧固扭矩
- 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 3139 机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量
- EN 12663:2010 轨道交通 铁路车辆车体的结构要求 (Railway application - Structural requirements of railway vehicle bodies)
- EN 15227:2008 轨道交通 铁路车辆车体的防撞性要求 (Railway application - Crash worthiness requirements for railway vehicle bodies)
- EN 45545 轨道交通 铁路车辆防火 (Railway applications - Fire protection on railway vehicles)

3 术语和定义

GB/T 23431中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智轨快运电车 Autonomous-rail Rapid Tram

采用全轴转向、轨迹跟随控制技术，通过主动安全控制、车载信号控制、机器视觉控制等对车辆行驶进行约束的全电力驱动、沿虚拟轨道运行的胶轮式车辆。

3.2

电车模块 module of tram

组成智轨电车的基本单元，可根据电车配置和长度的需要实现不同组合。

3.3

虚拟轨道 virtual rail

区别于传统有形的钢轨，采用感知、定位技术约束，引导智轨电车行驶的一种媒介。包括但不限于地面涂画标识线、电磁感应、高精度定位等形式。

3.4

轨迹跟随 track following

一种协同控制智轨电车各轴转角的方法，确保前后车轮行驶在同一轨迹上，实现无刚性约束下的类轨道运行。

3.5

导向轮 guiding wheel

运行时起导向作用的水平轮。

4 使用条件

4.1 环境条件

- 4.1.1 正常工作海拔不应超过 1400 m。
- 4.1.2 环境温度应在-25 ℃~45 ℃之间。
- 4.1.3 最湿月月平均最大相对湿度应小于等于 95%（该月月平均最低气温 25 ℃）。
- 4.1.4 车辆应能适应正常气候条件并能承受车辆清洗时清洗剂的作用。
- 4.1.5 超出上述条件，可由供需双方协商确定。

4.2 线路条件

4.2.1 线路类型：

- a) 符合 CJJ 37 要求的次干路及以上等级道路；
- b) 站台区域宜采用水泥混凝土路面，且横坡不大于 10%；
- c) 正线路面宜采用沥青混凝土路面或水泥混凝土路面。

4.2.2 最小转弯半径：不小于 15 m。

4.2.3 最小竖曲线半径：正线不应小于 600 m，车场线不应小于 500 m。

4.2.4 最大坡度不应超过 100‰（不含曲线折减）。

4.2.5 直线站台边缘与车辆门槛距离不宜大于 150 mm。

4.2.6 车道宽度：参照 6.1 中表 2 的规定，在车辆动态包络线的基础上，综合车辆运行的安全裕量设定加宽量，并以此确定车道宽度。

4.3 虚拟轨道

4.3.1 虚拟轨道标识线通过在线路上涂刷双组份、反光型、白色道路标识进行标记，涂料应符合 JT/T 280 要求。

4.3.2 虚拟轨道标识线尺寸应符合图 1 的规定，其中 $l_1=50$ cm， $l_2=50$ cm， $l_3=15$ cm， $l_4=25$ cm，尺寸偏差应符合 GB/T 16311 的规定。

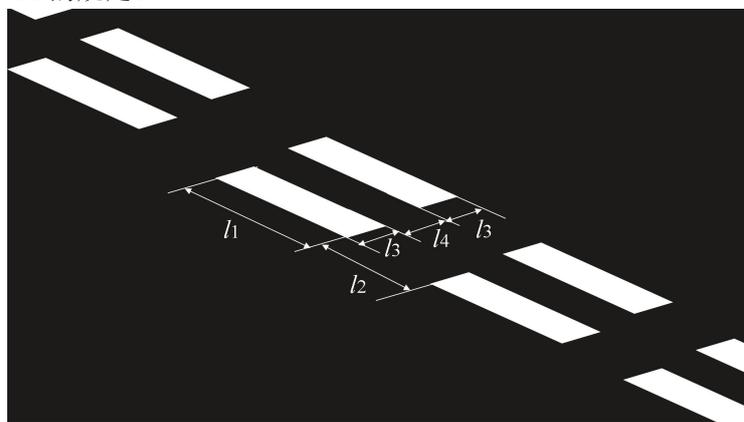


图 1 虚拟轨道标识尺寸图

4.4 供电条件

4.4.1 车辆可通过车载储能系统进行供电或其他方式供电。

4.4.2 受电弓充电时应符合表 1 的规定，直流充电桩（含液冷超充桩）充电时应符合 GB/T 20234.3 的规定。

表 1 受电弓主要技术参数

名称	技术参数
受电弓输出电压范围	DC500 V~DC750 V
受电弓输出电流范围	0~1200 A
通讯方式	无线通讯

4.5 风载条件

风力对车辆运行及停放状态的影响应符合GB/T 23431的规定。

5 技术规格

5.1 智轨电车组成

5.1.1 智轨电车应采用模块化设计，由多种电车模块组成，通过电车模块端部的铰接装置形成智轨电车系列。

5.1.2 智轨电车宜采用的基本组成为： $=Mc + Tp + Mc=$ 。

注：

Mc —— 带司机室的、配备有驱动装置的电车模块；

Tp —— 无驱动装置，带受电弓电车模块；

= —— 救援车钩的安装接口；

+ —— 车间连接装置。

注：其它的车辆模块可以为：

M —— 配备有驱动装置的电车模块；

T —— 无驱动装置的电车模块；

Mp —— 配备有驱动装置，带受电弓电车模块；

Tc —— 带司机室的、无驱动装置的电车模块；

F —— 无转向架支撑，两端均为铰接支撑且有贯通道及车间减震器的车辆悬浮模块。

5.1.3 其他编组形式的智轨电车应按与之匹配的电车模块进行组合。

5.2 智轨电车主要技术参数

智轨电车主要技术参数应符合表2的规定。

表 2 主要技术参数

序号	技术参数	数值
1	车辆长度	三编组车辆：约 31 500mm 四编组车辆：约 41 000mm 五编组车辆：约 50 500mm 六编组车辆：约 59 000mm
2	车辆宽度	2 400~2 650 mm
3	车辆高度	≤3 800 mm
4	车辆轴距	≤7 000 mm
5	车内客室高度	≥2 100 mm
6	车内司机室高度	≥1 850 mm

序号	技术参数		数值
7	客室地板面高度	低地板	≤ 350 mm
		高地板	≤ 950 mm
8	客室侧门净开口宽度	单开门	≥ 800 mm
		双开门	$\geq 1\ 300$ mm
9	客室侧门净开高度		$\geq 1\ 850$ mm
10	受电弓工作行程		3 900 mm~5 400 mm
11	车辆最大涉水深度		300 mm
12	轴重		≤ 9 t
注：双层智轨车辆高度最大限值为4 200mm。			

6 基本要求

6.1 智轨电车中心沿虚拟轨道行驶时，动态包络线宽度应符合表 3 的要求。

表 3 智轨电车的动态包络线宽度

转弯半径 R m	动态包络线宽度 W_{KE} m
$15 \leq R \leq 30$	$W_{KE} \leq W + 2.5$
$30 < R \leq 60$	$W_{KE} \leq W + 2$
$60 < R \leq 80$	$W_{KE} \leq W + 1.5$
$80 < R \leq 120$	$W_{KE} \leq W + 1.25$
$R > 120$	$W_{KE} \leq W + 1$
注1：W为车宽。	
注2：动态包络线宽度已考虑运行轨迹在 ± 300 mm偏离虚拟轨道的误差情况。	

6.2 整备状态下的车辆实际总重与设计总重之差不应超过设计值的 3%。

6.3 超员载荷（AW3）工况下，轴重与智轨电车各轮轴平均轴重之差应在实际平均轴重的 $\pm 2\%$ 之内。

6.4 每个车轮的测量轮重与该轴两轮的测量平均轮重之差不应超出 $\pm 4\%$ 。

6.5 应设架车、吊车等位置及结构，其功能应满足车辆维护和运输的规定。

6.6 应能以规定的速度安全通过曲线，并在救援车牵引的工况下能以规定的速度安全通过规定的曲线区段。

6.7 载荷工况宜采用以下类型：

- 空车载荷（AW0）：整备状态下的智轨电车自重；
- 满座载荷（AW1）：固定座席满员的载重与空车载荷之和；
- 额定载荷（AW2）：可站面积按 6 人/m²（含固定座席满员）的载重与空车载荷之和；
- 超员载荷（AW3）：可站面积按 8 人/m²（含固定座席满员）的载重与空车载荷之和。
- AW1~AW3 载荷的设计人均重量宜采用 60 kg/人。

6.8 最高运行速度不应低于 70 km/h。

6.9 牵引性能如下：

- 平均加速度（在平直道上，AW2 载荷工况下）：

- 1) 智轨电车速度从 0 km/h 加速到 5 km/h, 不应小于 1.5 m/s^2 ;
 - 2) 智轨电车速度从 0 km/h 加速到 40 km/h, 不应小于 1.0 m/s^2 ;
 - 3) 智轨电车速度从 0 km/h 加速到 70 km/h, 不应小于 0.7 m/s^2 。
- b) 牵引纵向冲击率: 不应大于 1.0 m/s^3 。
- 6.10 应具有的故障运行能力为:
- a) 处于 AW0 载荷和牵引动力损失 1/2 时, 在最大坡道上启动并能以限速 20 km/h 运行;
 - b) 处于 AW3 载荷和牵引动力损失 1/2 时, 在平直路面上启动并运行至下一站;
- 6.11 制动性能如下:
- a) 在 AW3 工况下, 在平直干燥路面情况下, 智轨电车在最高运行速度, 从给制动指令到停车时, 平均减速度为:
 - 1) 最大常用制动时不低于 2.0 m/s^2 ;
 - 2) 紧急制动时不低于 2.8 m/s^2 。
 - b) 在 AW3 工况下, 在平直干燥路面情况下, 智轨电车在运行速度 30 km/h 时, 从给制动指令到停车时, 制动距离不应大于 15 m。
- 6.12 内部噪声限值和测量方法应符合 GB 14892 的规定。
- 6.13 外部噪声测量方法应符合 GB/T 7928 的规定。噪声限值为: 停车时应不大于 68 dB(A), 以 70 km/h 速度运行时不应大于 79 dB(A)。
- 6.14 车上的各种设备冲击、振动水平应符合 GB/T 21563 或 GB/T 28046.3 的规定。
- 6.15 电气设备电磁兼容性能试验及限值应符合 GB/T 24338.4 的规定。
- 6.16 内部、外部电气设备防护应符合 GB/T 4208 的规定。
- 6.17 电气设备及电路的接地保护、绝缘保护、电气安全等通用规则应符合 GB/T 21413.1 的规定; 电路开关与控制所用电工器件应符合 GB/T 21413.2 的规定。
- 6.18 电气电路控制、调节、保护、供电所用的低压电子装置应符合 GB/T 25119 的规定。
- 6.19 电气设备布线、接线规则应符合 GB/T 34571 的规定, 电气配线应符合 TB/T 1484.1 的规定。
- 6.20 电气通信网络用电缆应符合 TB/T 1484.3 的规定。
- 6.21 平顺性指标应符合 GB/T 4970 的规定。
- 6.22 防火设计宜满足 EN 45545 (所有部分) 的要求。
- 6.23 外部油漆和清洗时所触及到的部位和零部件应耐受微酸、微碱清洗剂的影响。
- 6.24 密封性应符合 GB/T 14894 的规定。
- 6.25 同一型号的零部件应具有良好的互换性。

7 车体及车辆连接

7.1 车体

- 7.1.1 车体结构的强度和刚度应符合 EN 12663-1 中的 P-V 型车的要求, 并满足整体抬升要求。
- 7.1.2 车体的设计寿命不应低于 30 年。
- 7.1.3 车体应在端部设防撞结构, 防撞性能宜满足 EN 15227 的要求。
- 7.1.4 车体结构材料应符合 CJ/T 417 的规定。
- 7.1.5 车体承载结构的焊接应符合 GB/T 25343 的规定。

7.2 智轨电车连接

- 7.2.1 电车模块之间应设置铰接装置, 满足电车模块之间的连接与载荷分配, 并满足智轨电车顺利通

过曲线段的要求。

7.2.2 电车模块之间应设置贯通道，满足智轨电车通过曲线段和乘客通行的要求，并满足智轨电车检修等工作的解编要求。

7.2.3 电车模块之间的电气连接装置应能满足车辆通过曲线段时安全、可靠地工作，并满足智轨电车检修等工作的解编要求。

7.2.4 智轨电车两端应设置拖车连接结构，救援车辆可通过连接结构进行智轨电车牵引操作，同时应配备拖车连接器和故障救援时的电源供电接口。

8 司机室

8.1 布置应符合人机工程学原理，并保证司机有清晰的视野，可方便，安全地操作。

8.2 司机应能通过前窗、侧窗方便清晰地观察前方信号、线路等沿线状况；应能通过监视装置随时观察客室内的状况；应能通过司机室外两侧后视镜清晰观察停站时整个站台和各车门状况，以及行进过程中车辆两侧和侧后方的交通状况。

8.3 司机应能清楚地观察和方便地触摸到司机室内方向盘、各种操作手柄、开关、显示仪表、显示屏、信号显示灯等设施。

8.4 前窗、侧窗等应符合 GB/T 5914.2 的规定；前窗应配置有除霜系统，除霜系统应符合 GB 11555 的规定；前窗玻璃应采用抗冲击型安全玻璃并符合 GB 9656 的规定；侧窗玻璃应符合 GB 9656 的规定。

8.5 前端应设电动雨刮器、遮阳帘。

8.6 司机座椅应能自由调整高度及前后位置，座垫靠背能调整倾斜角度；锁止机构可调整部位牢固可靠，并配有安全带，还应方便司机快速离开且结构安全可靠。

8.7 与客室宜设隔门或隔断，隔门的净开宽度不应小于 600 mm，高度不应低于 1850 mm。

8.8 室内应有良好的密封性、保温性和防尘性；布线、雨刮器、前照灯等与车体的接口，以及司机室区域的车体均应密封。

8.9 车辆应在合适位置设置工具箱。

8.10 应设不少于 1 个灭火器，其位置及固定方式应便于使用，灭火能力应符合 GB 4351.1 的规定。

8.11 地板布应防静电、防滑、耐磨、防水。

8.12 车辆应在合适位置配备不少于 1 个符合 GB 19151 规定的三角警告牌。

9 客室

9.1 内装及设施的设计应满足安全可靠、方便使用及维护、舒适性的要求。

9.2 内装及设施的防火宜符合 EN 45545 的规定，相关装修材料有害气体排放应符合 TB/T 3139 的规定；地板布应防静电、防滑、耐磨、防水。

9.3 应根据智轨电车运用条件，设置足够数量的双开式客室门，客室门应符合 GB/T 30489 的规定。

9.4 与司机室相邻处宜设置单开式客室门，且应符合 GB/T 30489 的规定。

9.5 客室门的玻璃应采用安全玻璃，且应符合 GB 9656 的要求。

9.6 客室门应有可靠的机械锁闭、故障隔离、紧急解锁、重开门等安全设计。

9.7 应具有司机集中开关门和左侧、右侧开关选择，开门与牵引互锁，障碍探测，司机旁路控制，故障诊断、显示和记录，开（关）门时的声、光提示，以及开（关）门状态、故障隔离状态显示等功能。

9.8 应设置足够多的客室窗，部分车窗宜采用可上部开闭的结构；窗玻璃应采用安全玻璃，符合 GB 9656 的规定。

9.9 应设置有应急安全锤或自动破玻装置。

- 9.10 乘客座椅应满足人体工程学要求。
- 9.11 应设置立柱、扶手、吊环等设施。
- 9.12 应设有灭火器，其位置及固定方式应安全可靠、便于使用，灭火能力应符合 GB 4351.1 的规定。
- 9.13 客室门、贯通道等客室内设施的布置应满足在不大于 30 s 内（含开关门时间）快速集中或疏散乘客上下车的需要。
- 9.14 应在适当位置设置无障碍轮椅区。

10 空调系统

- 10.1 空调制冷能力应符合 GB/T 23431 的规定。
- 10.2 智轨电车可依据环境温度设置车内独立采暖装置，其采暖能力应符合 GB/T 23431 的规定。
- 10.3 司机室宜采用独立空调系统。
- 10.4 司机室采用空调时，新风量不应少于 30 m³/h。有特殊需要时，由供需双方协商确定。
- 10.5 客室按 AW2 载客人数计算的人均新风量不应少于 10 m³/h。
- 10.6 空调系统应具有单节车单独控制及整列车统一控制的功能。
- 10.7 智轨电车空调系统应有可靠的排水、防水设计。

11 转向架

- 11.1 应采用胶轮进行承载，胶轮应安装有温度和压力监测装置，并实时显示胎温和胎压状态。
- 11.2 应安装有驱动系统配合转向控制系统来驱动转向架轮胎转向。
- 11.3 基础制动宜采用摩擦制动，同时基础制动装置具有机械紧急缓解功能。
- 11.4 与车体配合后的最高运行速度、旅客舒适程度（平顺性指标）、曲线通过能力应符合使用要求。
- 11.5 当胶轮发生故障时，应能保证智轨电车以限定的速度安全运行 30 km 的距离。
- 11.6 应满足整车起吊的要求。
- 11.7 每组转向架应配备悬挂装置。
- 11.8 在配置有导向轮辅助导向的机构，应能通过导向轮导向控制转向架上轮胎转向的功能。

12 制动系统

- 12.1 应具有既独立又相互配合的电制动、摩擦制动两种基本方式，并应保证智轨电车在各种状态下所需的制动力。
- 12.2 在牵引供电中断或电制动出现故障的情况下，应能保证摩擦制动发挥作用，并有足够能力使智轨电车安全停车。摩擦制动可采用空气制动、液压制动或电子机械制动等形式。
- 12.3 电制动应优先于摩擦制动。
- 12.4 应具有常用制动、紧急制动功能，并具有根据空重车调整制动力大小的功能。
- 12.5 应安装防抱死制动装置，应符合 GB/T 13594 规定。
- 12.6 应设有停放制动装置，保证在线路最大坡度、最大载荷的情况下施加停放制动的智轨电车不会发生溜车。
- 12.7 气密性应符合 GB/T 14894 的要求。

13 牵引及辅助供电系统

13.1 牵引系统

- 13.1.1 应采用交流传动系统。
- 13.1.2 应满足智轨电车正常运行能力（见第4章～第6章）和故障运行能力（见第6章）的要求。
- 13.1.3 应具有牵引、电制动功能，对牵引和电制动过程的防空转、防滑、冲动实施控制的功能，牵引系统故障检测与隔离等功能。
- 13.1.4 外部供电系统应具有智轨电车高压用电与过压保护的功能。

13.2 辅助供电系统

- 13.2.1 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。
- 13.2.2 输出特性应与智轨电车的辅助交流负载和直流负载匹配。
- 13.2.3 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；并在负载突变和输入电压突变条件下，输出电压与变化不应影响所有负载的正常工作。
- 13.2.4 应具有完备的保护，并应具有自诊断和故障记录功能。
- 13.2.5 蓄电池宜采用免维护型电池。
- 13.2.6 蓄电池容量应符合司机室内照明、车内应急照明、头灯、尾灯、无线通信、广播、所有客室侧门、车载信号的一次开关等紧急负载用电 30 min 的规定。

14 车载储能系统

- 14.1 采用锂离子蓄电池作为车载储能系统时，应符合 GB/T 31486 的要求。
- 14.2 连接端子应固定牢靠、不易脱落且有绝缘防护，不应裸露在外。
- 14.3 应具有温度检测和报警功能。
- 14.4 应具有单体电压检测功能。
- 14.5 应具有漏电保护功能、过压过流自动断电功能。
- 14.6 与牵引及辅助供电系统间应通过接触器和熔断器进行保护。
- 14.7 应配置具有高温预警及自动灭火功能的专用自动灭火装置。
- 14.8 车辆应包含有两组或以上车载储能系统并联支路，并能互相联络，任意一套系统故障时，其余系统具备满足车辆返回车场的能源要求。
- 14.9 安全技术要求应符合 GB 38031 的规定。

15 照明系统

15.1 内部照明系统

- 15.1.1 客室照明装置设计应做到良好防尘及抗污，避免由于灰尘污染影响美观，便于清洗、维修及拆卸。
- 15.1.2 客室内部照明应满足距地板面上方 0.8 m 处的照度平均值不低于 200 lx。在正常供电中断时，备有紧急照明，其照度不应低于 10 lx。
- 15.1.3 司机室内部照明应符合地板中央照度，其照度不低于 3 lx，在司机控制台面的照度不低于 5 lx。

15.2 外部照明系统

- 15.2.1 应符合 GB 4785 的规定。
- 15.2.2 外部照明应包括前照灯、尾灯、雾灯、制动灯、转向灯、示廓灯、侧标志灯等，其中前照灯应

具有远近光变换功能

15.2.3 前照灯强光照度应满足紧急制动距离范围内不低于 2 lx 的要求。

16 控制与诊断系统

16.1 宜采用网络控制系统，与运行及安全有关的控制还应有硬连线的冗余措施。

16.2 应具有接受各子系统的状态信息、故障信息等功能，并能进行评估、储存，在司机室显示屏上进行显示与报警。

16.3 应具有事件记录功能。

16.4 应有故障信息识别、处理及指导功能。

16.5 应有故障数据的读出、分析功能。

17 智能控制系统

17.1 转向控制系统

17.1.1 应能控制每个转向架车轮的转向。

17.1.2 应能满足智轨电车双向行驶的切换需求。

17.1.3 智轨电车故障时，可通过人工干预转向控制系统实现车轮回正功能。

17.1.4 应采用热备冗余结构，一旦系统部件出现问题，另一系统部件自动切入。

17.1.5 应能满足导向轮导向控制的切换需求。

17.1.6 应具有状态监测和故障诊断、记录功能。

17.2 驾驶辅助系统

17.2.1 应具有识别地面虚拟轨道、虚拟道岔的功能。

17.2.2 应能满足智轨电车双向行驶的切换需求。

17.2.3 应具有行驶方向第一个转向架循迹控制的功能。

17.2.4 应具有轨迹偏离预警功能。

17.2.5 应具有周界监控功能。

17.2.6 宜具有行人、车辆等障碍物监测功能。

17.2.7 应具有状态监测和故障诊断、记录功能。

17.2.8 应具有车辆高精度实时定位功能。

17.2.9 宜具有协同牵引、制动控制实现纵向自动控制功能，具有车辆智能网联功能。

17.2.10 宜具有远程监控功能。

18 通信、广播与信息显示

18.1 无线通信

18.1.1 应设置独立的无线通信通道（系统可自建或租用公网）。

18.1.2 应具有调度中心与驾驶员双向通信的功能，宜通过无线通信系统实现中心对乘客的广播功能。

18.2 广播

18.2.1 智轨电车应设置广播系统。

18.2.2 应具有自动报站、司机对车内乘客广播、两端司机对话、客室乘客与司机紧急对讲功能、预录制紧急广播功能。

18.3 信息显示

18.3.1 车内应设显示车辆服务相关信息的显示装置。

18.3.2 车外应设显示车辆运行相关信息的显示装置。

18.3.3 车外司机室端应设置鸣笛装置，且符合 GB 15742 的要求。

18.4 视频监控

车内应设置由司机室控制的视频监控系统。视频监控系统的监控区域包含对司机室、客室等区域的监控，监控数据的存储时间不应小于90d。

19 试验方法

19.1 静态机械检查试验

19.1.1 按照 GB/T 14894 测量车辆的主要外形尺寸、涉及人机工程与安全相关的关键尺寸应符合 5.2 智轨电车主要技术参数要求的要求。

19.1.2 车辆各螺栓扭矩应符合 QC/T 518 的规定。

19.2 调平称重试验

按照GB/T 14894进行试验，车辆总重、轴重、轮重应符合6.2、6.3、6.4的规定。

19.3 涉水试验

按照GB 18384进行试验，车辆最大涉水深度应符合5.2的规定。

19.4 车体和外部设备箱体水密性试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.5 整车环保检测试验

应符合TB/T 3139的规定。

19.6 工作条件舒适性试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.7 安全措施和安全设备检查试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.8 动态包络线检查试验

应符合6.1的要求。

19.9 制动系统试验

19.9.1 压缩空气设备全面气密性检查试验应符合 GB/T 14894 的规定。

19.9.2 线路制动试验应符合 GB/T 14894 的规定。

19.10 曲线和坡度变化线路的运行试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.11 列车动力学性能试验

应符合GB/T 4970的规定。

19.12 起动加速性能试验及电制动试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.13 电磁兼容试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.14 噪声试验

19.14.1 内部噪声试验应符合 GB 14892 的规定。

19.14.2 外部噪声试验应符合 GB/T 7928 的规定。

19.15 加热、通风及空调系统试验

应符合GB/T 14894的规定。

19.16 耐电压试验

应符合GB/T 14894的规定。

20 检验规则

20.1 智轨电车总装完成后投入使用前，应按表 4 进行试验。试验通过后方可进行验收。

表 4 检验项目

序号	检验项目	检验分类		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
1	静态机械检查试验	√	√	5.2	19.1
2	调平称重试验	√	√	6.2、6.3、6.4	19.2
3	涉水试验	√	—	5.2	19.3
4	车体和外部设备箱体水密性试验	√	√	6.24	19.4
5	整车环保检测试验	√	—	9.2	19.5
6	工作条件舒适性试验	√	√	8.1、8.2、8.3、15.1.2、 15.1.3、15.2.3	19.6
7	安全措施和安全设备检查试验	√	√	6.17、8.10、9.9、9.12、 15.2.1、15.2.2	19.7
8	动态包络线检查试验	√	—	6.1	19.8
9	制动系统试验	√	√	6.11	19.9

序号	检验项目	检验分类		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
10	曲线和坡度变化线路的运行试验	√	—	4.2.2、4.2.4	19.10
11	列车动力学性能试验	√	—	6.21	19.11
12	起动加速性能试验及电制动试验	√	√	6.9	19.12
13	电磁兼容试验	√	—	6.15	19.13
14	噪声试验	√	—	6.12、6.13	19.14
15	加热、通风及空调系统试验	√	—	10.1、10.2、10.4、10.5	19.15
16	耐电压试验	√	√	13.1、13.2、14	19.16

注：标有“√”号表示要进行的试验，标有“—”号表示不做此项试验。

20.2 智轨电车在下列情况之一时，应按第 19 章进行型式检验：

- a) 新设计生产；
- 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（如有必要抽样复查时）；
- d) 按已定型图纸异地生产。

20.3 研究性试验应在用户与制造商双方合同有规定时进行。

21 标志、包装、运输和储存

21.1 标志

21.2 智轨电车的有关信息应标注在智轨电车的明显位置上，标志应清晰、易读、不易磨损。

21.3 制造商应提供完整的资料，标志不应少于以下内容：

- a) 产品名称与型号；
- b) 制造商的名称；
- c) 额定载客量；
- d) 出厂编号或代码；
- e) 出厂日期。

21.4 包装、运输和储存

21.5 制造商应提供智轨电车解编、合编专用设备、工具的清单以及作业指导书。

21.6 应由制造商妥善包装、储存、运输和防护，直至到达合同指定的交货地点。

22 检查与验收

22.1 检查

22.1.1 各零部件的制造、装配、调试等工序，应有完整的检查合格证明文件。

22.1.2 应有完整的例行检验检查合格证明文件。

22.2 验收

22.2.1 正式提交验收的智轨电车应有产品合格证书、型式检验报告、出厂检验报告、使用维护说明书和智轨电车履历簿等。

22.2.2 移交时，制造商应向用户提供有关技术文件、维修用图纸和随车工具、备品。
