



S50

体

标

准

T/CCTAS XX—2022

短定子磁浮铁路车辆通用技术条件

General technical specification for short stator maglev railway vehicles

征求意见稿

(本草案完成时间：X)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国交通运输协会 发布

目 次

前 言 11

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语与定义 4

4 使用条件 7

5 车辆主要技术规格 8

6 基本要求 8

7 车辆型式与列车编组 10

8 车体及其内装设备 11

9 悬浮架 13

10 电气系统 14

11 牵引系统 14

12 悬浮系统 15

13 制动系统 16

14 供风系统 16

15 辅助电源系统 17

16 控制与诊断系统 17

17 测速系统 18

18 空调与通风系统 18

19 通讯与乘客信息系统 19

20 安全设施 19

21 试验与验收 19

22 标志 20

23 运输与质量保证期限 21

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：中车工业研究院有限公司、北京地铁运营有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车唐山机车车辆有限公司、中车株洲电力机车有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司、中车制动系统有限公司

本文件主要起草人：齐洪峰、闫一凡、刘帅、司恩、梁瑜、李熙、顾超、王轶欧、任坤华、周高伟、李林蔚、刘雯、李徽、刘曰锋、袁文烨、王明星。

短定子磁浮铁路车辆通用技术条件

1 范围

本文件规定了短定子磁浮铁路车辆的使用条件、基本参数、车辆基本要求、车辆型式与列车编组、车体及其内装设备、悬浮架、电气系统、牵引系统、悬浮导向系统、制动系统、控制与诊断系统、测速系统、空调通风系统、气路系统、通讯与乘客信息系统、安全设施、试验与验收、标志、运输与质量保证期限等方面的内容。

本文件适用于最高运行速度不高于 160km/h 的短定子磁浮铁路车辆。作为该速度等级下短定子磁浮铁路车辆设计、制造、试验检验的依据。

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及试验鉴定规范

GB/T 6769-2016 机车司机室布置规则

GB/T 10411-2005 城市轨道交通直流牵引供电系统

GB 14892-2006 城市轨道交通列车 噪声限值和测量方法

GB/T 14894-2005 城市轨道交通车辆组装后的检查与试验规则

GB 18045-2000 铁路车辆用安全玻璃

GB/T 19842-2005 轨道车辆空调机组

GB/T 21413.1-2018 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 21414-2021 轨道交通机车车辆电气隐患防护的规定

GB/T 21562.2-2015 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例 第 2 部分：安全性的应用指南

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 25119-2021 轨道交通 机车车辆电子装置

GB/T 25122.1-2018 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 34571-2017 轨道交通 机车车辆布线规则

GB/T 39902-2021 城市轨道交通中低速磁浮车辆悬浮控制系统技术条件

CJ/T 375-2011 中低速磁浮交通车辆通用技术条件

CJ/T 416-2012 城市轨道交通车辆防火要求

TB/T 1451-2017 机车、动车组前窗玻璃

TB/T 1508-2016 机车电气屏柜

TB/T 2879.3-1998 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 2879.5-1998 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 3124-2005 机车车辆制动用压缩空气质量等级及测量方法

TB/T 3139-2021 机车车辆内装材料及空气有害物质限量

TB 10630-2019 磁浮铁路技术标准（试行）

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

短定子磁浮车辆 short stator maglev vehicle

以常导电磁悬浮、短定子直线异步电机牵引的磁浮系统。

3.2

轨道基准面 base plane of track

短定子磁浮制式轨道基准面系指F型导轨磁极面。

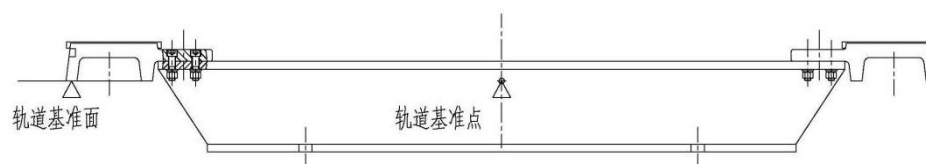


图1 常导短定子磁浮系统轨道基准面

3.3

轨距 track gauge

短定子磁浮制式的轨距指轨排两侧轨道基准面中心线间的距离。

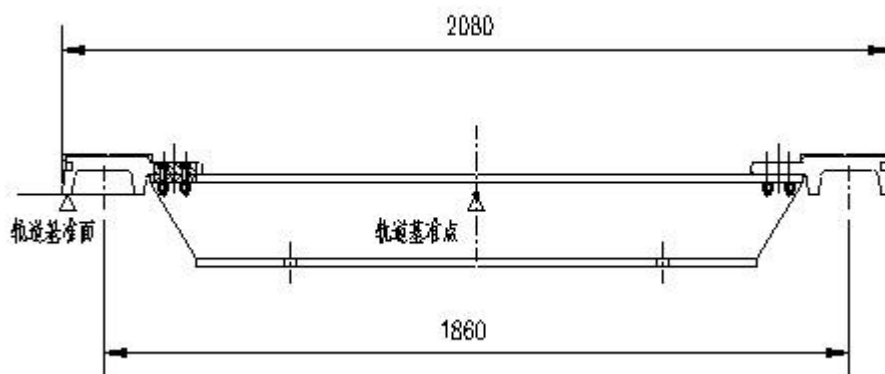


图 2 常导短定子磁浮系统标准轨距

3.4

电磁悬浮 electromagnetic levitation

利用可控电磁吸力使车辆与轨道下表面保持非接触状态。

3.5

悬浮间隙 levitation gap

在列车悬浮运行时，车辆悬浮磁铁上表面与轨道上安装的 F 轨磁极面之间的垂向距离。

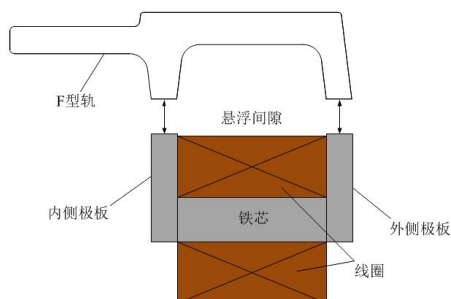


图 3 常导短定子磁浮系统悬浮间隙

3.6

悬浮架 levitation bogie

包括悬浮架构架及各种悬挂系统零部件，用于支承车体，传递悬浮、导向、牵引与制动力的装置。

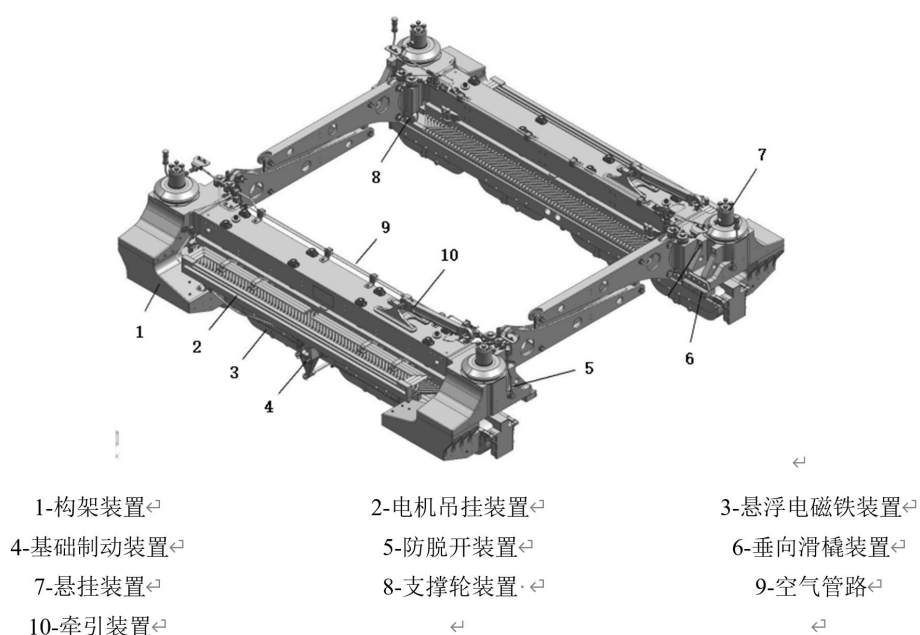


图4 常导短定子磁浮系统悬浮架

3.7

F 轨 F type rail

短定子磁浮的轨道，为一种承受磁浮车辆悬浮力、导向力及牵引力的基础构件，由 F 型钢和感应板组成，简称为 F 轨。

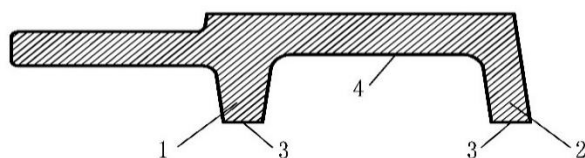


图5 常导短定子磁浮系统 F 轨

3.8

端车 end section

带有司机室的车辆。

3.9

中车 middle section

无司机室的车辆。

3.10

感应板 reaction plate

安装在 F 型钢上的非磁性导电材料制作的车辆牵引用直线感应电机次级。

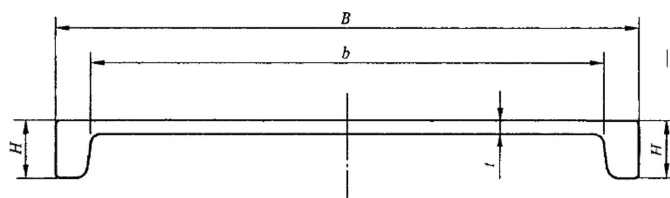


图 6 常导短定子磁浮系统感应板

3.11

牵引系统 propulsion system

指为磁浮列车提供可变频率、相位和电压幅值的牵引电力系统及牵引控制系统。

3.12

车载运行控制系统 Vehicle Control System

运行控制系统的一个子系统，由车载安全计算机等部件组成，实现超速防护、悬浮导向控制和车门控制等功能，保证列车运行的安全。

4 使用条件

4.1 环境条件

4.1.1 正常工作海拔不超过 1400m。

4.1.2 环境温度在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。可在不低于 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的环境下存放。

4.1.3 最湿月月平均最大相对湿度不大于 90%（该月月平均最低温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）。

4.1.4 因各城市所处地区不同而存在气候条件的差异，用户与制造商可另行规定特殊使用环境条件。

4.2 线路条件

4.2.1 轨距为 1860mm。

4.2.2 最小平曲线半径，正线为 100m，辅线为 75m。

4.2.3 最小竖曲线半径，区间正线 2000m，辅助线和车场线 1500m。

4.2.4 正线最大坡度不宜大于 60‰，困难地段不应大于 70‰。

4.2.5 线路最大超高角不应大于 6° 。

4.2.6 线路横坡角变化率不应大于 $0.1^{\circ}/\text{m}$ 。

4.2.7 轨道不平顺度不应大于 1.5mm/4m。

4.2.8 轨缝宽度不应大于 40mm。

4.3 供电条件

4.3.1 受电方式为接触轨-集电靴受电，主要采用第三轨受流，第四轨回流的形式。

4.3.2 供电电压宜采用 DC1500V。

4.3.3 供电系统中牵引变电所、接触轨及供电保护装置应符合 GB/T 10411 的规定。

5 车辆主要技术规格

车辆主要技术规格宜符合表1的规定。

表1 车辆主要技术规格

序号	名称	车辆型式	
		端车	中车
1	车体基本长度/mm	≤16000	≤15000
2	车体基本宽度/mm	2800/3000	
3	车辆最高点距基准面高度/mm	≤3780	
4	车内净高/mm	≥2100	
5	车辆地板面距基准面高度/mm	≤970	
6	车辆最大静载荷/（kN/m）	≤25	
7	额定悬浮间隙/mm	8～10	
注：车体基本宽度宜为2800mm，可采用3000mm。			

6 基本要求

6.1 车辆设计限界及荷载应符合 TB 10630 要求。

6.2 新造或改进车辆应进行车辆限界校核。

6.3 车辆设备及附属设施应合理布置，安装牢固可靠，便于检查、维修。

6.4 车辆设计宜考虑模块化和轻量化，提高可用性并保证运载能力。

6.5 同一型号的零部件应具有良好的互换性。

6.6 整备状态下的车辆实际重量偏差不应超过合同规定值的 3%。

6.7 车辆客室地板面距轨面高度应与车站站台面相协调，车辆高度调整装置应能保持车辆地板面高度不

因载客量的变化而明显改变。

6.8 列车应能以规定的速度安全通过最小平曲线半径区段，并能在规定的小半径曲线上进行列车正常摘挂作业。

6.9 列车的牵引力-速度特性和制动力-速度特性应符合合同规定。

6.10 定员载荷工况下，在平直轨道上，额定电压供电时，列车加速、减速性能应满足表 2 的规定：

表2 列车加减速性能要求

设计速度 (km/h)	加速度 m/s^2		减速度 m/s^2	
	起动平均加速度	平均加速度	常用	紧急
80	0~40km/h 时, ≥ 1.0	0~80km/h 时, ≥ 0.55	0.8	1.0
120	0~40km/h 时, ≥ 1.0	0~120km/h 时, ≥ 0.35	0.8	1.0
160	0~70km/h 时, ≥ 0.8	0~160km/h 时, ≥ 0.35	0.8	1.0

6.11 列车应具有停放制动功能，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发生溜逸。制动力应仅通过机械方式产生并传递。

6.12 车辆噪声等级要求：

a) 司机室、客室内的噪声连续等效声级应符合 GB 14892 中的规定，列车噪声等效声级 L_{eq} 最大允许限值为 75dB(A)；

b) 列车在露天、水平直线轨道自由声场内停放，辅助设备正常工作时，在车外距轨道中心 7.5m，距轨面高度 1.5m 处，测得的列车噪声连续等效声级不应大于 65dB(A)；

c) 列车在露天、水平直线区段自由场内，对最高运行速度 120km/h 及以下列车，以 60%最高速度运行时，在车外距轨道中心 7.5m、距轨面高度 1.5m 处，测得的列车噪声连续等效声级不应大于 75dB(A)；

d) 列车在露天、水平直线区段自由场内，对最高运行速度 120km/h 以上列车，以 60%最高速度运行时，在车外距轨道中心 7.5m、距轨面高度 1.5m 处，测得的列车噪声连续等效声级不应大于 85dB(A)。

6.13 车辆运行平稳性应按 GB/T 5599 的规定进行测试，新造车辆平稳性指标应小于 2.5。

6.14 列车在定员载荷工况，在表列各工况下，应能维持列车运行到邻近的车站。

表3 列车故障工况

故障运行坡道救援	坡道救援
工况 1：超员 (AW3) 工况下，列车丧失 1/3 牵引动力时，仍能在 50%坡道上起动，并能运行到线路终点，退出运营。	工况 1：一列空载列车 (AW0) 牵引另一列超员 (AW3) 无动力但悬浮正常的列车，能在 40%坡道上起动 (上坡) 运行

	到邻近车站，清客并返回车辆段。
工况 2：超员（AW3）工况下，列车单点悬浮失效时，故障悬浮点依靠垂向滑橇支撑滑行，仍能在 50‰坡道上启动，并能运行到线路终点，退出运营。	工况 2：一列空载列车（AW0）牵引另一列空载（AW0）无动力但悬浮正常的列车，能在 50‰坡道上启动（上坡）运行到车辆段或停车场。
工况 3：空车（AW0）工况下，列车悬浮失效时，依靠支撑轮运行，仍能在 50‰坡道上启动，并能运行至下一站，退出运营。	

6.15 车辆振动与冲击应满足如下要求：

- a) 安装在车体上部及底架悬挂设备冲击振动应满足 GB/T 21563 的要求；
- b) 安装在悬浮架上的设备应能承受最恶劣条件下的加速度的冲击，设备和悬挂不会产生永久性变形或存在安全隐患。

6.16 列车正常加减速时纵向冲击率不应大于 1m/s^3 。

6.17 车辆涂装前表面处理及涂装防护应符合 TB/T 2879.3 和 TB/T 2879.5 的规定。

6.18 车辆制造应采用绿色环保材料，车辆内装材料、禁限用物质及室内空气有害物质限量应符合 TB/T 3139 的规定。

6.19 车辆防火应满足 CJ/T 416 标准要求或合同规定的要求。

6.20 列车可靠性、可用性、可维护性和安全性（RAMS）应满足 GB/T 21562.2 的要求。

7 车辆型式与列车编组

7.1 车辆型式分以下两种：

- a) 端车（Mc 车）：带司机室的动车；
- b) 中车（M 车）：不带司机室的动车。

7.2 列车宜由 2 节端车与若干节中车编组成列。

7.3 联结装置应满足如下要求：

- a) 编组的各车辆之间应设半永久性牵引杆或密接式半自动车钩，司机室前端应设密接式自动车钩或密接式半自动车钩；
- b) 司机室前端的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 5km/h ；

c) 司机室前端使用自动车钩时，应使司机可识别车钩的联结和锁紧状态。

8 车体及其内装设备

8.1 基本要求

8.1.1 同型号车辆应具有统一的基本结构型式。

8.1.2 车体结构的材料宜为铝合金和复合材料，在其使用期限内应能承受超员载荷的作用而不产生永久性变形和疲劳损伤，并应有足够的刚度，应能满足修理和安全运行的要求，设计寿命应不低于30年。

8.1.3 新设计车辆的车体不产生永久性变形和断裂的能力应通过计算和试验证明。

8.1.4 如在合同中没有特殊规定，车体试验的纵向压缩静载荷宜采用350kN；纵向拉伸静载荷宜采用280kN。车体试验的垂向载荷按式（1）计算：

$$L_{vt}=1.1 \times (W_c + W_{PMAX}) - (W_{cb} + W_{et}) \dots\dots\dots (式1)$$

式中：

L_{vt} ——车体试验的垂向载荷；

W_c ——运转整备状态时的车体重量；

W_{PMAX} ——最大载客重量（车辆最大悬浮重量）；

W_{cb} ——车体结构重量；

W_{et} ——试验器材重量。

8.1.5 车辆密封性能应符合 GB/T 14894 的规定。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、孔盖均应防止雨雪的侵入。封闭式的箱、柜应密闭良好，在机械清洗时不应渗水、漏水。

8.1.6 当车辆设计速度大于120km/h时，车辆气密性能应满足动态密封指数 τ 应大于5s。

8.1.7 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、性能稳定的防寒、隔热、隔音材料。

8.1.8 车体应设有架车支座、吊装座，并应标注允许架车、起吊的位置，以便拆装起吊和救援。

8.2 司机室

8.2.1 司机室瞭望应按照 GB/T 6769 的要求，应视野宽广，应能使司机在运行中方便清楚地瞭望到前方

信号、区间线路、隧道和车站站台。司机室两侧宜设置侧窗。

- 8.2.2 司机室的前窗应设刮雨器与遮阳装置。前窗玻璃应符合 TB/T 1451 的规定，玻璃任何部位受到击穿或敲击时不会崩散，寒冷地区应采用电加热玻璃。
- 8.2.3 司机室与客室之间设置连通通道，净宽度不应小于 600mm，净高度不应低于 1800mm。
- 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 司机座椅应为软式或半软式，其高度、前后位置应可以调节。司机座椅的设计应能让司机在必要时迅速离开。
- 8.2.6 司机室灯光照明在司机室中央距离地板面 800mm 高处的照度不应小于 100lx，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 司机驾驶台的仪表和指示灯在隧道内或关闭照明时以及日光下，都应能在 500mm 远处清楚地看见其显示值。

8.3 客室

- 8.3.1 客室两侧应合理布置车门，每个门的净开宽度不应小于 1300mm，高度不应低于 1800mm。
- 8.3.2 客室侧门的开闭应采用电气控制方式，电力或压缩空气为动力，其传动和控制应安全可靠。侧门的开闭宜由司机统一控制，也可由运控系统控制；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，在发生故障时应能与门控系统切除，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，并应具备保护措施（如护指胶条）和单门再开闭装置以避免夹伤乘客。
- 8.3.3 客室两侧应设置适量车窗，车窗应为固定式。逃生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，其性能应符合 GB 18045 的规定。
- 8.3.4 客室内应布置适量的客室座椅，座椅形状应满足人体工程学要求，座席布置应与车辆承载能力相适应。

- 8.3.5 内墙板应采用易清洗、装饰性好的阻燃材料制造。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使用难燃或高阻燃材料。
- 8.3.6 客室内应设置数量足够，牢固美观的立柱、扶手杆。
- 8.3.7 客室应有足够的灯光照明，在距地板面 800mm 高处的照度平均值不应低于 200lx，最低值不应低于 150lx（在车外无任何光照时）。在正常供电中断，启用紧急照明时照度平均值不应低于 75lx。
- 8.3.8 两节车厢之间应设置贯通道，净宽度不应小于 850mm，净高度不应小于 1900mm。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、无异味。
- 8.3.9 全列车应至少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 悬浮架

- 9.1 悬浮架应与车体及轨道相协调、配合，适应通过电磁力实现无接触运行的要求。
- 9.2 悬浮架构架宜采用铝合金材料。
- 9.3 悬浮架与车厢之间宜设置横向稳定机构。
- 9.4 悬浮架上应设置支撑轮装置，当车辆出现悬浮失效时，能确保列车维持限速运行到邻近车站，并在清客后运行到邻近的车辆维修中心。支撑轮装置应满足耐磨、耐冲击、耐腐蚀等要求。
- 9.5 悬挂系统宜采用空气弹簧支撑车体，并应设置高度自动调整阀和防过充装置。车体和悬浮架构架之间应设置防脱开装置。
- 9.6 悬浮架的结构强度应满足最大载荷作用下，其应力不超过相应材料的许用应力值，同时应考虑结构疲劳强度的要求。
- 9.7 悬浮架的结构刚度应保证在最大载荷作用下，其纵梁总垂向挠度应满足悬浮间隙的控制要求。
- 9.8 应设置防吸附滑橇，防止悬浮电磁铁与 F 轨吸附而使车辆无法正常运行。
- 9.9 悬浮架与轨道之间应设置横向止挡滑块组件，限制悬浮架横向位移。横向止挡滑块材料应具有耐磨、抗冲击的性能，不应选用铁磁性材料。
- 9.10 悬浮架上设置垂向滑橇，落浮时垂向滑橇与 F 轨接触并支撑车辆重量。

10 电气系统

- 10.1 车辆应具有良好的电磁兼容性能。电气设备的电磁兼容性能应符合 GB/T 24338.4 的规定。
- 10.2 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路中电气设备试验电压最低值的 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。
- 10.3 电气设备的电气间隙、爬电距离和介电强度试验等绝缘性能应符合 GB/T 21413.1 的规定。
- 10.4 电气设备的电气防护应符合 GB/T 21414 的规定。
- 10.5 暴露在车外的电气设备应具有不低于 GB/T 4208 中规定的 IP54 等级的防护性能，车外电连接器的防护等级应满足 GB/T 4208 规定的 IP67。
- 10.6 各种电气设备应有可靠的保护。各种保护的整定值、作用时间、动作顺序应正确无误。故障保护应具有自恢复功能。主电路的过电流保护还应与牵引变电站的过电流保护相协调，在各种短路状态下应能够可靠地分断，并应有故障显示和故障切除装置，以维持列车故障运行。
- 10.7 各电气设备保护性接地要可靠，接地线应有足够的截面积。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。列车应有可靠的防雷击接地，车体的接地阻抗不应大于 0.05 欧姆。车上各电气设备保护接地端子与车体间的接地导体阻抗不应大于 0.1 Ω 。
- 10.8 车上应设有接地装置，确保车辆停放在车站、车辆段停车库及检修库等具有接地轨的地方时车体能可靠接地。通过该装置对地释放静电荷并保持与大地等电位。
- 10.9 受流时受流器对接触轨应无损伤或非正常磨损。受流器正常运行时产生的燃弧，不应损伤受流器及其它部件。受流滑板在标准工作高度下的静态接触压力宜采用 120N，根据线路调试情况可进行适当调整。在制造场所标准工作高度测量的静态接触压力的允差为 $\pm 15\text{N}$ 。
- 10.10 车辆上各种测量指示仪表的准确度不应低于 2.5 级。
- 10.11 车辆电气设备布线应符合 GB/T 34571 的规定，车辆内电气屏柜布线应遵循 TB/T 1508 的规定。

11 牵引系统

- 11.1 牵引系统一般包括直线电机、牵引变流器、传动控制单元、直流侧高压电器等部件。
- 11.2 牵引电机应采用直线感应电机，直线感应电机宜为单边、短初级形式。

11.3 直线感应电机的次级感应板为铝板或其他导电材料及结构形式，铺设在 F 轨上。在坡度较大等需要较大牵引力的区域宜采用铜板或其他导电材料。感应板应具有良好的导电性能，感应板的厚度应与电机间隙、初级参数合理配合。

11.4 感应板与 F 形钢轨之间应有足够的连接强度，固定在 F 轨上后，感应板与 F 轨表面之间的间隙不应大于 1.0mm，1m 长度范围内感应板表面不平度应小于电机额定机械间隙的 5%。

11.5 直线感应电机初级与次级之间的法向力应控制在一定范围内，不应超过最大载荷时悬浮系统的承受能力。

11.6 直线感应电机的特性应满足车辆牵引系统的牵引及制动特性要求。

11.7 直线感应电机初级总成的外形尺寸、安装尺寸、电气性能应一致，满足互换要求。

11.8 牵引系统应能进行牵引顺序逻辑控制、牵引力特性输出控制等，驱动电机获得所需的牵引力/电制动力，实现列车牵引及电制动运行，满足列车动力性能要求。

11.9 应具有完善的故障诊断、保护功能，并应有故障显示和故障切除装置，以维持列车故障运行。

11.10 应具有网络通信、状态及故障记录功能。

11.11 应能够按照车辆载重量自动调整牵引力或电制动力的大小。

11.12 应具有防冲击控制，应符合车辆冲击限值要求。

11.13 牵引系统主电路宜设避雷装置。

12 悬浮系统

12.1 悬浮电磁铁线圈的数量、匝数、材质和工作电流应在综合考虑车辆需求的基础上计算确定，并能满足冗余要求。

12.2 悬浮电磁铁铁芯可采用电工纯铁或高性能导磁钢。

12.3 悬浮系统应具备使磁浮列车稳定悬浮和自导向的功能，应能适应车辆各种运行工况。

12.4 电磁铁工作电流、车辆悬浮状态、悬浮气隙状态、悬浮控制器和悬浮电磁铁的工作状态应能传送到列车控制与诊断系统。

12.5 起浮间隙不应大于 20mm，额定悬浮间隙为 8mm-10mm，最终的间隙取值由制造商和用户协商确定，

额定起浮间隙为 16mm。

12.6 悬浮传感器应具有间隙检测、垂向加速度检测功能。悬浮传感器的测量精度、分辨率、检测频率以及特定条件下的测量偏差均应满足悬浮控制要求。传感器应在车辆运行环境温度范围内正常工作。

12.7 悬浮传感器间隙检测、垂向加速度检测应冗余设计，保证单个检测通道故障时不影响悬浮系统性能。相邻传感器同时工作时应不相互影响，保证检测的精度。

12.8 悬浮系统应能保证车辆能够正常通过宽度不大于 40mm 的轨缝，能适应相邻 F 轨传感器检测面不大于 1mm 的垂向高差。

12.9 悬浮控制系统应符合 GB/T 39902 的相关要求。

13 制动系统

13.1 制动系统应具有常用制动、紧急制动功能。列车在平直道上实施紧急制动时，应能在规定的距离内停车。

13.2 应采用计算机控制的制动系统，应具备电制动和空气（或液压）制动两种制动方式。空气（或液压）制动应具备相对独立的制动能力，在牵引供电中断或电制动出现故障的情况下空气（或液压）制动，应能保证列车安全停车。

13.3 电制动与空气（或液压）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（或液压）制动应能实现平滑转换，在电制动力不足时，空气（或液压）制动应按总制动力的要求补充不足的制动力。

13.4 在列车意外分离时，应能立即自动实施紧急制动，保证分离的列车自动制动，并应使司机便于识别。

14 供风系统

14.1 列车应有两台或两台以上独立的空气压缩机组，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。储风缸的储气量还应满足压缩机停止运转后列车紧急制动（仅适用于安装空气制动设备的列车）及救援支撑的用风量。

14.2 供风系统为列车提供清洁干燥的压缩空气，压缩空气在送入储风缸前应将其中的水汽、油、水雾微粒去除。在额定压力下，风源系统最终出口空气的质量不低于 ISO 8573-1:2010 中 3-3-3 等级或满

足用户的特殊使用要求。空气质量应符合 TB/T 3124 的规定。

14.3 供风系统的气密性应符合 GB/T 14894 的规定，系统(主风缸、制动管路、风动门、空气悬挂、电空装置(如有)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，降低值不应超过 10 kPa。液压系统在关闭油路、最大工作压力下，需保证系统各连接处干净无油污，20 min 内不得泄露。

14.4 压缩空气管路宜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。

15 辅助电源系统

15.1 列车辅助电源系统包括辅助变流器、悬浮电源、控制电源等。

15.2 列车的车载供电应具有冗余，当列车中一套电源故障时，应仍能保证列车安全可靠地停靠在设定的停车点。

15.3 车辆的悬浮电源为直流电源，悬浮电源系统应配备相应的蓄电池。悬浮电源的设计应具有冗余，当列车上一套悬浮电源出现故障时，应仍能保证列车安全可靠运行至临近车站或检修中心。

15.4 悬浮电源、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。

15.5 控制电源为直流电源，为列车控制系统供电。控制电源应配置蓄电池组作为备用电源，蓄电池组容量应能够满足故障情况下的应急供电需要，包括应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通讯、车门(开关一次)等系统工作不应低于 30min。

15.6 电气系统蓄电池宜采用锂离子电池组。

15.7 辅助电源系统应具有故障记录和诊断功能。

15.8 辅助电源系统应具备通信功能。

16 控制与诊断系统

16.1 控制与诊断系统应由通信、控制、人机接口等设备和配套的电缆、连接器构成。

16.2 控制与诊断系统设备应符合 GB/T 25119 的规定。

16.3 控制与诊断系统中任一节点设备故障，不应引起其他设备故障，使故障扩大。

16.4 控制与诊断系统应能实现与列车各子系统控制单元的通信功能，并在 HMI 上显示各系统控制单元的通信状态。

16.5 控制与诊断系统应具备相关控制功能以满足列车运行要求。

16.6 控制与诊断系统应具备故障诊断与事件记录功能，记录的数据应能通过以太网、USB 或其他常用通信方式下载并转储于地面服务系统。

16.7 控制与诊断系统应具备保护功能，分别为列车级和部件级。

16.8 控制与诊断系统应具备人机交互功能。

16.9 控制与诊断系统宜具有与车载无线设备的通信接口。

17 测速系统

17.1 测速系统应采用无接触检测方式，实时提供列车运行速度和方向。

17.2 宜采用轨枕技术计数、交叉感应环线、雷达探测等技术。

17.3 测速系统测量数据范围、测量精度和传输速率应能满足列车牵引制动控制的要求。

17.4 测速系统应具有容错和冗余功能。

17.5 测速系统应具备通信功能。

18 空调与通风系统

18.1 车辆的空调制冷能力，应能满足在环境温度为 33°C 时，车内温度不高于 $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过 65%。不同地区亦可以根据当地气候条件在合同中另行规定温度要求。

18.2 空调装置宜采用集中控制方式，同步指令控制，定频空调应采用分时顺序起动。

18.3 空调系统宜同时以单车为单位开关或以列车为单位开关。

18.4 空调机组应符合 GB/T 19842 的规定。

18.5 空调系统的新风口和风道设置应确保制冷效果及乘客舒适性的要求，客室内人均新风量不应少于 $10\text{m}^3/\text{h}$ （按额定载客人数计）。客室内仅设有机械通风装置时，人均供风量不应少于 $20\text{m}^3/\text{h}$ （按额定载客人数计）。

- 18.6 空调应提供紧急通风功能，客室紧急通风时人均新风量不应小于 $10\text{m}^3/\text{h}$ （按额定载客人数计）。
- 18.7 司机室采用空调时，新风量不应少于人均 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。不同地区有特殊需要时，可在合同中另行规定。
- 18.8 用于冬季寒冷地区的车辆应具有供暖功能，运行时应维持司机室温度不低于 14°C 。
- 18.9 空调和采暖设备应具有相应的电气保护功能。

19 通讯与乘客信息系统

- 19.1 列车应具有驾驶员与运行控制调度中心进行双向通讯和首尾司机室之间通讯的功能。
- 19.2 列车应具有司机对乘客广播及自动报站的装置。客室内应设有扬声器用于预告前方停站，并应设有线路、车站向导标志等乘客信息设施。
- 19.3 客室内应设置乘客手动报警和能与司机对讲的装置，紧急情况下乘客应能向司机报警，司机在乘客报警时应能立即识别报警车辆，并且司机室监控画面能与报警信息联动，展示报警点周围环境。
- 19.4 列车两端的司机室前部可设置列车编号与运行区间信息显示装置。

20 安全设施

- 20.1 司机驾驶台或临时驾驶台应设置紧急停车操纵装置和警惕按钮。
- 20.2 车头前端应装设可进行远近光变换的前照灯。列车尾端外壁应设有可视距离足够的红色防护灯。
- 20.3 列车应设置鸣笛装置。
- 20.4 车辆内应有各种警告标识，包括紧急制动装置、带电高压设备、消防设备及电器箱内的操作警示标识等。带有电容器的高压设备应标有断电后放电时间的警示标识。
- 20.5 车厢内部各处应配置适合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。
- 20.6 列车应具有在特殊情况下紧急疏散乘客的能力。

21 试验与验收

- 21.1 车辆总装配完成后投入使用前，应按国家现行相关标准进行试验。试验通过后方可进行验收。

21.2 车辆在进行型式试验前，制造厂家可进行调整。在调整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制定。对进行型式试验的车辆，当合同中缺乏相关规定时，车辆试运行里程不宜低于 5000km。

21.3 车辆在下列情况之一时，应进行型式试验：

- a) 新设计制造的车辆；
- b) 批量生产的车辆实施重大技术改进，其性能、构造、材料、部件有较大改变者；
- c) 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；
- d) 首次生产该型号车辆。

21.4 型式试验内容至少应包括列车悬浮性能试验、列车牵引性能试验、制动性能试验、列车控制系统功能、车辆级列车网络试验、电磁兼容性、列车供电试验等。

21.5 车辆的配套设备及主要部件应在检验合格后方可装车。

21.6 投入批量生产的车辆，应全部进行例行试验。

21.7 正式提交验收的车辆应有产品合格证书、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。

21.8 车辆移交时，应提交有关技术文件、维修用图样和随车工具、备品。

21.9 研究性试验应在合同中有规定时进行。

22 标志

22.1 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：

- 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。

22.2 标志应清晰、易读、不易磨损。

23 运输与质量保证期限

23.1 车辆应按照相关标准妥善包装、储存、运输和防护，直至到达合同指定的交货地点，并提供车体吊装专用工具。

23.2 应明确给出车辆及主要部件的保修期限（一般不短于车辆验交后一年），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，应及时无偿地负责修理或更换零部件，安装调试，恢复运行。

23.3 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。