

ICS 45.060

S 41

团 体 标 准

T/CRT 0001—2022

内嵌式磁浮交通车辆
通用技术条件

General technical specification for embedded maglev vehicles

2022—03—29 发布

2022—04—01 实施

成都市城市轨道交通产业协会 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 车辆主要技术规格	4
6 基本要求	5
7 车辆型式与列车编组	6
8 车体及其内装设备	6
9 磁浮走行部	8
10 电气系统	8
11 牵引系统	9
12 悬浮导向系统	10
13 制动系统	10
14 冷却系统	11
15 控制与诊断系统	11
16 测速系统	11
17 列车完整性	12
18 空调与通风系统	12
19 通讯与乘客信息系统	12
20 安全设施	133
21 试验与验收	13
22 标志	144
23 运输与质量保证期限	14

Contents

Preface	III
1 Scope	1
2 Normative References	1
3 Terms and Definition	2
4 Application Conditions	3
5 Main Technical Specification of Vehicle	4
6 Basic Requirements	5
7 Vehicle Type and Marshalling	6
8 Carbody and Interior Equipment	6
9 Maglev Running Gear	8
10 Electrical System	8
11 Traction System	9
12 Suspension Guiding System	10
13 Braking System	10
14 Cooling System	111
15 Control and Diagnosis System	111
16 Speed Measurement System	11
17 train completeness	12
18 HVAC System	122
19 Telecommunication and PIS system	12
20 Safety Facility	133
21 Tests and Acceptance	133
22 Markings	144
23 Transportation and Warranty Period	144

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020给出的规则起草。

本文件由成都市城市轨道交通产业协会提出并归口。

本文件起草单位：四川发展磁浮科技有限公司、西南交通大学、同济大学、中铁二院工程集团有限责任公司。

本文件主要起草人：唐林、钱清泉、林国斌、张海波、李云川、罗世辉、严培良、陈永江、程维、马卫华、高定刚、伯均华、高仕斌、徐俊起、刘强、吴柏青、徐新波、张阳、卢建军、邓皓、侯春林、刘辉、雷志波、刘小燕、陈麟、詹景文、刘曦、曹方梅、田丽荣。

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。

内嵌式磁浮交通车辆通用技术条件

1 范围

本文件规定了内嵌式磁浮交通车辆的使用条件、主要技术规格、基本要求、形式与列车编组、车体及其内装设备、磁浮走行部、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、空调与通风系统、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。

本文件适用于运行速度160 km/h及以下城市、市域、旅游观光等内嵌式磁浮交通车辆（以下简称车辆）的设计、制造和验收，其他轨距的磁浮车辆可参考使用。

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/T 5599 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范
- 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 铁路应用 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 铁路应用 机车车辆电气隐患防护的规定
- GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备冲击和振动试验
- 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 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 25119 轨道交通 机车车辆电子装置
- GB/T 28029.1 轨道交通电子设备 列车通信网络（TCN） 第1部分：基本结构
- GB/T 32349 轨道交通 电力牵引 变流器供电的短初级直线感应电动机
- GB/T 34571 轨道交通 机车车辆布线规则
- CJ/T 354 城市轨道交通车辆空调、采暖及通风装置技术条件
- TB/T 1451 机车、动车组前窗玻璃
- TB/T 1804 铁道车辆空调 空调机组
- 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 3139 机车车辆非金属材料及室内空气有害物质限量

TB/T 3237 动车组用内装材料阻燃技术条件

3 术语和定义

3.1

内嵌式磁浮交通车辆 embedded maglev vehicle

采用轨包车结构形式、常导电磁悬浮技术实现悬浮导向，通过直线感应电机实现牵引和电制动的轨道交通车辆（见图 1）。

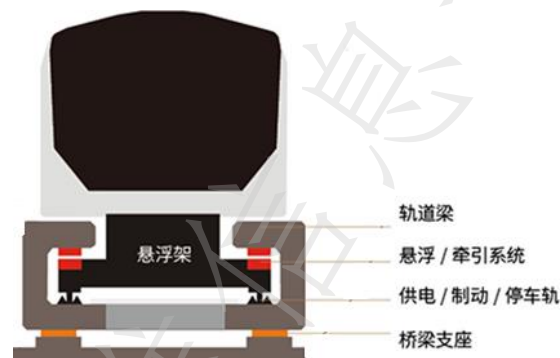


图 1 内嵌式磁浮交通车辆示意

3.2

悬浮电磁铁 electromagnet for levitation

在励磁电流作用下，产生可控电磁力，实现电磁悬浮和导向功能的电磁铁。主要由励磁线圈、极板和铁芯构成。

3.3

悬浮间隙 levitation gap

车辆在悬浮状态下悬浮电磁铁磁极面与感应轨下表面间的垂向距离。

3.4

悬浮导向控制 levitation and guidance control

通过悬浮间隙、磁铁垂向加速度等信号检测，对悬浮电磁铁的励磁电流进行反馈控制，调节悬浮力，以保持允许的悬浮间隙。当悬浮电磁铁横向偏离感应轨时，悬浮力的横向分力产生使其横向复位的导向作用。

3.5

磁浮走行部 maglev running gear

用于实现车辆悬浮、导向、牵引和制动力功能的车辆部件。

3.6

悬浮架 levitation bogie

支承车体并传递悬浮、导向、牵引与制动力的机械结构装置，并具有机械解耦适应轨道曲线的作用。

3.7

测速设备 velocity detecting device

车上设置的列车运行速度和运行方向的检测设备,用于实现列车的牵引、制动反馈控制和运行控制。

3.8

供电轨/回流轨/支撑轨 power rail/return rail/support rail

供电轨是紧急条件下支撑列车滑行的固定轨道结构,同时与列车受电靴接触实现牵引供电和回流。

3.9

内嵌式磁浮轨道 embedded maglev rail

轨道包含供电轨和感应轨两部分。感应轨包含M型断面的导磁极结构和其表面的感应金属板,与车上安装的电磁铁、直线感应电机和传感器实现电磁回路,实现悬浮、导向以及牵引、制动及悬浮间隙测量的功能。

3.10

轨距 track gauge

轨道两侧两悬浮磁极面中心的距离。

3.11

感应轨 reaction Rail

为车辆运行提供悬浮力、导向力、牵引力和制动力的部件,宜为M形断面结构,安装于轨道梁内侧。

4 使用条件

4.1 环境条件

4.1.1 正常工作海拔不超过 1200 m。

4.1.2 环境温度在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

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 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。

4.1.5 因列车运行区域不同而存在气候条件的差异时,用户与制造商可另外规定使用环境条件。

4.2 线路条件

4.2.1 标准轨距: 2160 mm。

4.2.2 最小平曲线半径: 正线: 100 m, 辅线 45 m。

4.2.3 最小竖曲线半径: 600 m。

4.2.4 最大坡度: 100‰。

4.2.5 感应轨共面度: 不大于 $1\text{ mm}/2\text{ m}$ 。

4.2.6 相邻感应轨之间的错位 (横向、竖向): 不大于 1 mm。

4.3 供电条件

4.3.1 受流方式：接触轨—受流器受电。

4.3.2 供电制式：

- a) DC750 V（波动范围 DC500 V~DC900 V）；
- b) DC1500 V（波动范围 DC1000 V~DC1800 V）；
- c) DC3000 V（波动范围 DC2000 V~DC3600 V）。

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

车辆主要技术规格应符合表1的规定。

表1 车辆主要技术规格

车型		N1	N2	N3	N4
速度 (km/h)		100	120	140	160
车体基本长度 ^a mm	端车	12000			
	中车	11870			
车体基本宽度 mm		2820			
车辆总高 ^b mm		≤3750			
车内净高 mm		≥2100			
地板面距感应轨下表面高度 mm		≤660			
额定悬浮间隙 mm		6~8			
座席数 (人)	端车	23		20	
	中车	26		24	
定员 ^c (人/车)	端车	123		90	
	中车	126		85	
超员 ^d (人/车)	端车	133		123	
	中车			120	
车辆整备状态重量 t	端车	≤20		≤20.5	
	中车			≤20.4	
车辆最大总重量 t		28			
每辆车客室门数 (对)		2		1~2	
<p>注：计算载客量的站立面积为客室总面积除去座椅垂向投影面积及投影面积前 0.25 m 内高度不低于 1.8m 的面积，人均体重按 60 kg 计算。</p> <p>^a 带司机室的车可加长。</p> <p>^b 落下时，从供电轨的上表面至车顶</p> <p>^c N1、N2 车型指座席数+6 人/m²时的站席区站席数，N3、N4 车型指座席数+4 人/m²时的站席区站席数。</p> <p>^d N1、N2 车型指车辆最大总重量减去车辆整备重量/人均体重，N3、N4 车型指座席数+6 人/m²时的站席区站席数。</p>					

6 基本要求

- 6.1 车辆限界应符合用户和制造商确定的车辆限界技术规定，新造或改进车辆应进行车辆限界校核。
- 6.2 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。
- 6.3 车辆设计应考虑模块化和轻量化，提高可用性并保证运载能力。
- 6.4 同一型号的零部件应具有良好的互换性。
- 6.5 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。地板面高度在任何情况下不应低于站台高度。
- 6.6 列车应能以规定的速度安全通过最小平曲线半径区段。
- 6.7 定员情况下，在平直轨道上，额定电压供电时，额定气隙情况下列车启动平均加速度：
- N1 车型从 0 加速到 35 km/h，不低于 1.0 m/s^2 ；
 - N2 车型从 0 加速到 45 km/h，不低于 1.0 m/s^2 ；
 - N3 车型从 0 加速到 55 km/h，不低于 0.9 m/s^2 ；
 - N4 车型从 0 加速到 65 km/h，不低于 0.9 m/s^2 ；
 - N1 车型从 0 加速至 80 km/h，不低于 0.5 m/s^2 ；
 - N2 车型从 0 加速至 100 km/h，不低于 0.5 m/s^2 ；
 - N3 车型从 0 加速至 120 km/h，不低于 0.4 m/s^2 ；
 - N4 车型从 0 加速至 160 km/h，不低于 0.4 m/s^2 。
- 6.8 在平直轨道上，列车从最高运行速度到停车，如无特殊要求，制动平均减速度应为：
- 定员情况下，常用制动平均减速度不低于 1.0 m/s^2 ；
 - 超员情况下，紧急制动平均减速度不低于 1.5 m/s^2 。
- 6.9 列车客室内外的噪声连续等效声级应符合 GB 14892 的规定，列车噪声等效声级 L_{eq} 最大容许限值为 75 dB (A)：
- a) 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 7.5 m，距轨面高度 1.9 m 处，测得的连续等效噪声值不应大于 65 dB (A)；
 - b) 列车在露天水平直线区段自由场内，以最高速度的 75% 运行时，在车外距轨道中心 7.5 m、距轨面高度 1.9 m 处，测得的连续等效噪声值不应大于 72 dB (A)。
- 6.10 车辆的平稳性应按 GB/T 5599 进行测试，平稳性指标应不大于 2.5 和舒适度指标应小于 2.5。
- 6.11 每节车辆任一悬浮架的一个悬浮回路失效时，车辆的承载能力应能维持列车运行到最近车站。
- 6.12 列车应具备下列故障运行的能力：
- a) 列车在定员载荷工况下，在丧失 1/4 牵引动力的情况下，应能维持运行到终点；
 - b) 列车在超员载荷工况下，在丧失 1/2 牵引动力的情况下，应具有在正线最大坡道上启动和运行到最近车站的能力；
 - c) 一列空载列车应能在正线最大坡道上推送一列故障的超员载荷工况下的列车至最近车站。
- 6.13 车辆各种设备的冲击振动试验应符合 GB/T 21563 的有关规定。

6.14 列车纵向冲击率不应大于 0.75 m/s^3 ，紧急制动情况除外。

6.15 列车驾驶模式分为：

- 人工驾驶模式；
- 自动驾驶模式。

人工驾驶和自动驾驶之间的转换应以不影响行车安全为原则，驾驶模式转换应记录并显示。

6.16 人工驾驶模式应由司机根据信号条件手动操作列车。

6.17 自动驾驶模式应由列车运行控制系统控制列车运行。

6.18 车辆涂装前表面处理及防护涂装的要求应符合 TB/T 2879.3 的规定。

6.19 车辆设计与制造应符合国家环境保护等的标准及法规。车辆内装材料及室内空气有害物质限量应符合 TB/T 3139 的规定。

6.20 车辆及其内部设施应采用不燃材料或低烟、无卤的阻燃材料，并应符合 TB/T 3237 的规定。

6.21 列车超员载荷以 3 km/h 速度与另一静止超员载荷列车相互撞击时吸收撞击能量而客室无损坏。

7 车辆型式与列车编组

7.1 车辆型式

车辆型式分以下两种：

- a) 端车（Mc 车）：带有头罩和司机室的车辆；
- b) 中车（M 车）：无头罩和司机室的车辆。

7.2 列车编组

列车宜由2节端车与若干节中车编组成列。

7.3 联结装置

编组车辆之间应设车钩铰接装置，并满足最小平曲线、最小竖曲线和最大坡度情况下的运行要求，车辆前端宜设密接式自动车钩或密接式半自动车钩，在最小平曲线、最小竖曲线和最大坡度情况下能够满足联挂要求。

8 车体及其内装设备

8.1 车体

8.1.1 同型号车辆应采用统一的基本结构型式。

8.1.2 车体结构的材料宜为铝合金或其他轻量化材料。

8.1.3 车体在其使用期限内承受超员载荷的作用下，不应产生永久变形和疲劳损伤，并应有足够的刚度，能满足维修和安全运行的要求。车体能够承受自重、载重、牵引力、通过曲线时的横向力、制动力等载荷及作用力。当用户和制造商在合同中无特殊规定时，承受的纵向压缩静载荷和拉伸静载荷分别不低于 400 kN 和 300 kN 。

8.1.4 整备状态下的车辆，停（落车状态）在平直道上，其车体和悬浮架相对于基准面的高度值，应符合产品技术条件规定。

8.1.5 应通过计算和试验验证新设计车体的强度和刚度。

8.1.6 车体主结构设计寿命应为 30 年。

8.1.7 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、孔盖均能防止雨雪的侵入。封闭式的箱、柜应密闭良好，在机械清洗时不应渗水、漏水。

8.1.8 应在车体结构的内外墙板之间及底架与地板之间敷设吸湿性小、膨胀率低、性能稳定的防寒、隔热、隔音材料。

8.1.9 车辆应设有车体架车支座、车体吊装座，并应标注允许架车、起吊的位置，以便拆装起吊和救援。

8.1.10 用户与制造商根据商业线路条件共同确定车辆气密性指标。

8.2 端车前端

8.2.1 车头区域应视野宽广，在运行中方便清楚地观察到区间线路、隧道和车站站台。

8.2.2 端车前端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，其抗穿透性和抗冲击性应符合 TB/T 1451 的规定。

8.2.3 端车前端宜设置紧急疏散门。

8.3 客室

8.3.1 客室两侧的车门应合理布置，每个门的尺寸大小设计应合理。

8.3.2 客室侧门的开闭应采用电气控制方式，以电力或压缩空气为动力，其传动和控制应安全可靠。侧门的开闭宜由运控系统统一控制，也可由司机控制；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，还应设置内、外紧急解锁功能。侧门关闭时应具有缓冲动作、防夹功能。

8.3.3 客室两侧应设置适量车窗，车窗应为固定式。车门、车窗玻璃应采用安全钢化玻璃，在遇到紧急情况时能用安全锤将其击碎，其性能应符合 GB 18045 的规定。

8.3.4 客室内车体两侧，应布置适量的座椅，座椅造型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。地板应具有耐磨、防滑、防水、防静电和阻燃性能。环保性能应符合 TB/T 3139 的要求。

8.3.6 客室内宜设置数量足够、牢固美观的门立柱扶手、端墙扶手、客室扶手、倚立设施，并可根据需要加装吊环。

8.3.7 客室应有足够的灯光照明，在车外无任何光照时：

——正常照明时距地板面高 800 mm 处的照度平均值不低于 200 lx，最低值不低于 150 lx。

——紧急照明时距地板面高 800 mm 处的照度值不低于 10 lx。

8.3.8 两节车厢之间应设置贯通道，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强度，安全可靠、不易老化、无异味。

8.3.9 每列车中至少应设置一处轮椅区域，并应设置抓握或固定装置。

8.3.10 所有非金属材料均应使用难燃或高阻燃材料，应符合 TB/T 3237 的规定。

9 磁浮走行部

9.1 磁浮走行部应与车体及轨道相协调、配合，满足通过电磁力实现无接触运行的要求。

9.2 磁浮走行部应采用悬挂装置保障列车的乘坐舒适性。

9.3 磁浮走行部由若干个悬浮架铰接连接组成。

9.4 磁浮走行部的悬浮架应满足下列要求：

- 悬浮架构架材料宜采用铝合金或其他轻量化材料；
- 悬浮架的结构刚度应满足最大载荷作用下，其纵向长范围内的总垂直挠度应满足悬浮间隙的控制要求；
- 悬挂架的结构强度应满足最大载荷作用下，其应力不应超过相应材料的许用应力值，同时考虑结构疲劳强度的要求；
- 悬挂装置的结构强度应满足最大载荷作用下，其应力不应超过相应材料的许用应力值，同时考虑结构疲劳强度的要求；
- 悬浮架应具有防止侧滚功能；
- 每列车首尾悬浮架靠近车辆头部位位置宜设置排障装置。

10 电气系统

10.1 列车牵引配置除应符合正常运行要求外，还应满足本文件 6.12 的要求。列车的车载供电（包括高压供电、控制供电）应具有冗余，当有一路供电故障时，应保证列车安全到达预定停车点。

10.2 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。

10.3 电气系统（主电路、辅助电路、控制电路）应有良好的绝缘保护。各电路应能通过耐受电压试验，试验电压值为受试电路电气设备最低试验电压的 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。

10.4 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匹配，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。

10.5 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 0.05Ω 。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 0.1Ω 。

- 10.6 车辆应设有车体带电保护检测控制装置。车上应设有接地极，确保车辆停放在车站、车辆段停车库及检修库等具有接地装置的地方时车体能可靠接地。
- 10.7 电气设备的电气防护应符合 GB/T 21414 的规定。
- 10.8 电气设备的电气间隙、爬电距离和介电强度等绝缘性能应符合 GB/T 21413.1 的规定。
- 10.9 受流器分为正极受流器和负极受流器，正极受流器设熔断器。受流器应具备良好受流能力，受流器的静态接触压力设置为 90 N~180 N。
- 10.10 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。
- 10.11 车上的交流电源宜通过逆变器将从受流器得到的高压直流电转换得到。车上的交流电源宜由受流器高压直流电逆变转换形成。
- 10.12 控制电源为直流电源，为列车控制系统等供电。控制电源应有蓄电池组作为备用电源，并应具有一定冗余。
- 10.13 电气系统蓄电池宜采用锂离子电池。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供电需要，包括应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通讯、应急通风、车门一次开关等，系统工作不应低于 30 min，同时还应满足休眠 7 天后可靠唤醒列车。
- 10.14 暴露在车外安装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 中规定的 IP67。
- 10.15 电线电缆的敷设应合理排列汇集，主电路、辅助电路、控制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防护。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 的规定。
- 10.16 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持久的线号标记。

11 牵引系统

- 11.1 车辆应采用交流变频调压的直线电机牵引系统。
- 11.2 直线电机的次级感应板铺设在感应轨上。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。
- 11.3 在满足牵引需求的条件下，当一台逆变器给多台牵引直线感应电机并联供电时，应考虑电机间电流均衡。
- 11.4 牵引系统应能够满足列车各种工况下对牵引力或电气制动力的要求，同时应具有故障检测与保护功能。
- 11.5 在本文件第 4.3.2 条的供电条件下，逆变器输出功率应满足额定牵引和制动需求。
- 11.6 牵引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，不应超过车辆最大悬浮力的 10%。

11.7 牵引系统应能够按照车辆载重量等条件自动调整牵引力或电气制动力的的大小,并应具有防冲动控制措施。

11.8 牵引电机应符合 GB/T 32349 的规定,牵引电器应符合 GB/T 21413.1 中相关规定,电子设备应符合 GB/T 25119 的规定,牵引逆变器应符合 GB/T 25122.1 中的相关规定。

11.9 牵引系统应能响应列车运行控制系统的牵引指令。

11.10 牵引电机的特性响应车辆牵引系统的牵引及制动特性要求。

11.11 车载牵引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。

12 悬浮导向系统

12.1 悬浮电磁铁的数量、承载能力及工作电压、电流应在综合考虑车辆需求的基础上计算确定,并有一定的裕量。

12.2 悬浮控制器应具备磁浮列车稳定悬浮控制功能,应能适应车辆各种运行工况。悬浮控制器、悬浮传感器和悬浮电磁铁的工作状态应能通过控制器传送到控制与诊断系统,并具有容错控制功能。

12.3 悬浮间隙传感器测量精度应符合悬浮控制要求。间隙传感器探头应在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下正常工作。量程内最大线性误差不应超过 0.5%,年稳定性不大于 1%。传感器应冗余设置,保证单个传感器故障时不影响悬浮系统性能。

12.4 悬浮加速度传感器测量精度应符合悬浮控制要求。加速度传感器探头应在 $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下正常工作。量程内最大线性误差不应超过 0.2%,年稳定性不大于 1%。对应悬浮电磁铁的垂向、纵向和横向的加速度测量频率响应带宽不小于 1 kHz。传感器应冗余设置,保证单个传感器故障时不影响悬浮系统性能。

13 制动系统

13.1 制动系统应具备电制动和摩擦制动两种制动方式。

13.2 列车响应列车运行控制系统发出的制动指令,并符合故障-安全的要求。

13.3 制动系统应具有常用制动、保持制动和紧急制动功能。

——常用制动采用计算机控制,通过电制动方式实现;

——保持制动通过落车后的静摩擦制动方式实现;

——紧急制动通过落车后的摩擦制动方式实现:

- 列车不受制动冲击率的限制;
- 减速度不小于 1.5 m/s^2 。

13.4 列车应至少(但不限于)在以下情况下,能立刻自动实施紧急制动:

——列车脱离;

——控制电源失电;

——超速限制;

13.5 紧急制动实施应符合以下要求:

- 紧急制动实施后不能撤出，列车应减速，直到停车；
- 任何原因引起的紧急制动，列车应以紧急制动减速度制动；

13.6 列车通过落车止动，在超员工况下，应能在线路最大的坡道上停放时不发生溜逸。

14 冷却系统

14.1 直线电机、电磁铁单元、悬浮控制箱、牵引逆变器箱、辅助逆变器箱等可采用风冷、水冷、自冷却方式；电抗器及变压器等宜采用风冷方式。

14.2 冷却系统的工作由计算机统一控制。

14.3 冷却液宜采用乙二醇与水的混合物，其使用温度范围： $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

14.4 冷却系统的出风口宜朝向轨面，避免出风影响其他设备。

14.5 为保证电气设备安全、持续工作，冷却系统中风机和水泵宜冗余设计。

15 控制与诊断系统

15.1 列车通过通信网络进行控制，通信网络应符合 GB/T 28029.1 的规定。采用网络控制时，与安全有关的功能可有其他形式的冗余措施。与安全相关的部件也应有冗余。

15.2 数据通信应具有以下基本功能：

- 列车控制、诊断系统与车辆子系统通过网络和智能终端进行通信；
- 通过网络上的标准服务接口，对联网子系统的故障信息进行下载；
- 主要微机控制子系统能通过网络上的标准服务接口进行在线测试。

15.3 列车控制与诊断系统主要应由以下装置构成：

- 中央控制单元。其主要作用是采集全列车主要部件及设备的数据，并且应有与外围设备（例如 PC 机）连接的接口，中央控制单元安全功能的安全完整性等级宜满足 SIL2 级要求；
- 输入输出单元。其主要作用是采集本车主要部件及设备的数据，通过输入输出接口向中央控制单元传送监控信息，与安全功能相关的输入输出单元安全完整性等级宜满足 SIL2 级要求；
- 诊断单元。其主要作用是完成对监控系统记录数据的存储和读取，以便对列车设备状态或故障进行分析检查
- 司机台监视器（可选）。其主要作用是通过 LCD 显示屏进入人机对话。

15.4 列车诊断系统应能接收列车子系统的状态信息、故障信息，并能进行分析、储存和传输。

15.5 列车主要子系统应具有自诊断及监控功能。

15.6 列车控制诊断系统应具有行车事件记录功能。

15.7 列车网络控制系统中关键部件的功能应有冗余。

16 测速系统

16.1 测速系统宜采用无接触测速方式，能实时获得列车在线路上的列车运行速度和列车运行方向信息。

16.2 测速系统测量的数据范围、精度和传输速率应能满足列车运行控制和牵引控制的要求。

16.3 测速系统宜具有容错和冗余功能。

17 列车完整性

17.1 列车应具备列车完整性检查功能。

17.2 列车完整性检查宜采用冗余方式。

17.3 列车完整性检查应满足安全完整性等级 SIL4 的要求。

17.4 列车完整性检查与列车运行控制系统接口可采用继电或数据方式，并符合“故障-安全”要求。

18 空调与通风系统

18.1 车辆的空调制冷能力，应能满足在典型环境温度为 33 °C 时，车内温度不高于 28 °C ±1 °C，相对湿度不超过 65%。不同地区亦可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或单车控制方式，同步指令控制，分时顺序起动。

18.3 空调系统以单车为单位或以列车为单位设置开关。

18.4 空调机组应符合 TB/T 1804 的规定。

18.5 空调系统气流组织应符合 CJ/T 354 的规定。

18.6 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 m³/h（按额定载客人数计）。

18.7 空调应提供紧急通风功能，紧急通风时人均新风量不应小于 10 m³/h（按额定载客人数计）。

18.8 用于冬季寒冷地区的车辆应具有供暖功能，运行时应维持车厢内温度不低于 14 °C。

18.9 空调和采暖设备应具有相应的电气保护功能。

18.10 空调系统可根据室外温度开启不同的运行模式。

18.11 空调系统在接收到客室内火灾信号时：

——若空调处于正常工作模式，应自动关闭新风口；

——若空调处于紧急通风模式，空调机组停止工作。

18.12 空调系统应具有故障诊断功能，并能与车辆诊断系统进行通讯。

18.13 空调系统应满足在隧道运行时的车辆密封性要求。

19 通讯与乘客信息系统

19.1 列车应具有广播、信息显示、无线通信和紧急呼叫功能。

19.2 列车应具有与运行控制中心进行双向通讯功能。

19.3 列车应具有运行控制中心对乘客广播功能，自动播放预置信息功能。

19.4 列车应设置对内显示列车服务信息的显示屏，可设置对外显示列车相关信息的显示屏。

- 19.5 客室内应设置乘客报警装置以及乘客与控制中心通话装置。
- 19.6 列车应设置前置视频监控系统监控车辆行进方向，客室内应设置视频监控系统监控车辆内部。
- 19.7 列车应具有乘客计数功能。
- 19.8 自动驾驶模式下，运行控制中心与列车广播、显示屏和视频监控系统具备联动控制功能。

20 安全设施

- 20.1 列车端部应装设可进行远近光变换的前照灯。前照灯在车辆前端紧急制停距离处照度不小于 2 lx（无其它光源）。列车端部外壁应设有可视距离足够的红色防护灯。
- 20.2 列车应设置鸣笛装置。
- 20.3 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。
- 20.4 车厢内应配置灭火器具，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。
- 20.5 列车应采用侧门及端部紧急疏散门两种安全疏散模式，组成列车的车辆之间应贯通。
- 20.6 每节车厢应设置烟火报警装置。

21 试验与验收

- 21.1 车辆总装配完成后投入使用前，应按 GB/T 14894 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确定。对进行型式试验的车辆，当合同中缺乏规定值时，车辆试运行里程不宜低于 2000 km。
- 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造，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) 制造商首次生产该型号车辆；
 - e) 国家质检部门提出要求时。
- 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、列车控制系统试验、车辆及列车网络试验、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，可规定例行试验的内容。
- 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，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。
- 21.9 研究性试验应在用户与制造商双方合同中有约定时进行。

22 标志

标志应符合以下要求：

- a) 车辆的有关信息应标注在车辆的明显位置上，其标注方法应符合国家现行相关标准的要求。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。
- b) 标志应清晰、易读、不易磨损。

23 运输与质量保证期限

23.1 车辆应由制造商按照相关标准妥善包装、贮存、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 制造商应明确给出车辆及其主要部件的保修期限（一般不少于车辆验交后一年），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，制造商应及时无偿地负责维修或更换零部件，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。
