



中华人民共和国国家标准

GB/T 39426—2020

城市轨道交通 永磁直驱车辆通用技术条件

General technical specification for permanent magnetic direct drive
motor vehicles of urban rail transit

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 分类 3

5 使用条件 4

6 一般规定 4

7 车体及内装设备 6

8 转向架 8

9 制动系统 8

10 空气调节及采暖系统..... 9

11 电气牵引系统..... 9

12 辅助供电系统 11

13 控制与诊断监视系统(TCMS 系统) 11

14 通信与乘客信息系统 11

15 火灾自动报警系统 12

16 安全设施 12

17 检验与验收 12

18 标志 13

19 包装运输和贮存 13

20 质量保证期限 13



前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本标准由全国城市轨道交通标准化技术委员会(SAC/TC 290)归口。

本标准起草单位:中车南京浦镇车辆有限公司、徐州市城市轨道交通有限责任公司、苏州市轨道交通集团有限公司、株洲中车时代电气股份有限公司、南京地铁集团有限公司、上海申通地铁集团有限公司、深圳市地铁集团有限公司、无锡地铁集团有限公司、西南交通大学、中国铁道科学研究院集团有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司。

本标准主要起草人:黄文杰、杨奇、杨利强、王维、梁汝军、章义、陈小伟、叶佳、张爱平、周啸、徐树亮、宗清泉、王俊伟、王佳祥、张伟、刘良杰、韦苏来、周巧莲、侯文军、钮海彦、肖守讷、刘东辉、刘玉文、金碧筠、王仁庆、刘雄。



城市轨道交通 永磁直驱车辆通用技术条件

1 范围

本标准规定了城市轨道交通永磁直驱车辆的分类、使用条件、一般规定、车体及内装设备、转向架、制动系统、空气调节及采暖系统、电气牵引系统、辅助供电系统、控制与诊断监视系统、通信与乘客信息系统、火灾自动报警系统、安全设施、检验与验收、标志、包装运输和贮存、质量保证期限等。

本标准适用于城市轨道交通永磁直驱 A 型和 B 型车辆(以下简称车辆)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1402 轨道交通 牵引供电系统电压

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 5914.2 机车司机室前窗、侧窗及其他窗的配置

GB/T 10411 城市轨道交通直流牵引供电系统

GB/T 11944 中空玻璃

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/T 17948(所有部分) 旋转电机 绝缘结构功能性评定

GB 18045 铁路车辆用安全玻璃

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 21561.1 轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第 1 部分:干线机车车辆受电弓

GB/T 21561.2 轨道交通 机车车辆受电弓特性和试验 第 2 部分:地铁和轻轨车辆受电弓

GB/T 21562 轨道交通 可靠性、可用性、可维修性和安全性规范及示例

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验

GB/T 22715 旋转交流电机定子成型线圈耐冲击电压水平

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 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 机车车辆电子装置

GB/T 25120 轨道交通 机车车辆牵引变压器和电抗器

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 25123.4—2015 电力牵引 轨道机车车辆和公路车辆用旋转电机 第 4 部分:与电子变流器相连的永磁同步电机

GB/T 28029(所有部分) 轨道交通电子设备 列车通信网络(TCN)

GB/T 30489 城市轨道交通车辆客室侧门

- GB 50157 地铁设计规范
- CJJ/T 96 地铁限界标准
- CJ/T 353 城市轨道交通车辆贯通道技术条件
- HG/T 5058—2016 轨道交通车辆用水性阻尼涂料
- TB/T 1451—2017 机车、动车前窗玻璃
- TB/T 1804 铁道车辆空调 空调机组
- TB/T 2704—2016 铁道客车及动车组电取暖器
- TB/T 3139 机车车辆内装材料及室内空气有害物质限量
- IEC 60099-4 避雷器 第4部分:交流系统用无间隙金属氧化物避雷器(Surge arresters—Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems)
- IEC 61133 铁路应用 机车车辆 机车车辆制成后投入使用前的测试(Railway applications—Rolling stock—Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service)
- IEC 61375(所有部分) 铁路电子设备 列车通信网络(TCN)[Electronic railway equipment—Train communication network(TCN)]
- ISO 3095 声学 铁路应用 轨道机车车辆发射噪声测量(Acoustics—Railway applications—Measurement of noise emitted by railbound vehicles)
- ISO 3381 铁路应用 声学 有轨车辆内部噪声的测量(Railway applications—Acoustics—Measurement of noise inside railbound vehicles)
- EN 12663:2010 铁路应用 铁路车辆车体的结构要求(Railway applications—Structural requirements of railway vehicle bodies)
- EN 45545:2013 铁路应用 铁道车辆防火(Railway applications—Fire protection of railway vehicles)
- UIC 565-3 适用于运行坐轮椅的残疾旅客的客车布置说明(Indications for the layout of coaches suitable for conveying disabled passengers in their wheelchairs)
- UIC 651 机车、动车、动车组和驾驶拖车的司机室设计(layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

永磁直驱电机 permanent magnetic direct drive motor

无需齿轮传动装置,直接安装在转向架车轴上的永磁同步牵引电机。

3.2

永磁直驱转向架 permanent magnetic direct drive motor bogie

采用永磁直驱装置的转向架。

3.3

永磁直驱车辆 permanent magnetic direct drive motor vehicles

由永磁直驱电机驱动的、安装永磁直驱转向架的轨道交通单节车。

3.4

永磁直驱列车 permanent magnetic direct drive motor train

编组成列的若干永磁直驱车辆及拖车的组合。

3.5

定员载荷 nominal load
AW2

列车在定员状态时的载客重量。此状态下车辆总重为车辆自重与定员载客重量之和。
注：AW2 的站立人数按每平方米有效地板面积乘以 6 人/m² 计算；有效地板面积，指客室地板总面积减去座椅垂向投影面积和投影面积前 100 mm 内高度不低于 1 800 mm 的面积。

3.6

超员载荷 maximum load
AW3

列车在超员状态时的载客重量。此状态下车辆总重为空载与超员载客重量之和。
注：AW3 的站立人数按每平方米有效面积乘以 9 人/m² 计算。

4 分类

4.1 车辆类型

车辆分为永磁直驱 A 型车和永磁直驱 B 型车两种主要类型，其技术规格见表 1。

表 1 车辆技术规格

序号	名称		永磁直驱 A 型车	永磁直驱 B 型车
1	车辆长度/mm	无司机室车辆	22 800	19 520
		带司机室车辆	22 800+Δ ^a	19 520+Δ ^a
2	车体长度/mm	无司机室车辆	21 880	19 000
		带司机室车辆	21 880+Δ ^a	19 000+Δ ^a
3	车体宽度/mm	车辆宽度	3 000	2 800
4	车辆最大高度/mm	受流器车	3 800	
		受电弓车落弓高度	3 810~3 850	
		受电弓车受电弓工作高度	3 980~5 750	
		空调机组高度(含废排)	≤3 840	
5	车内净高/mm		≥2 100	
6	地板面高/mm		1 080 ^b 、1 130	1 050 ^b 、1 100
7	轴重/t		≤16	≤14
8	车辆定距/mm		15 700	12 600
9	固定轴距/mm		1 900~2 300	
10	每侧车门数/对		4、5	3、4
11	车门宽度/mm		1 400	1 300、1 400
12	最高运行速度/(km/h)		80、100、120	
^a “Δ”表示司机室的加长量。				
^b 当采用 740 mm 轮径的新轮时,对应的地板面高度。				

4.2 车辆型式

永磁直驱车辆型式可分为下列两种：

- a) 动车：带司机室的动车(Mc)、无司机室的动车(M)；
- b) 拖车：带司机室的拖车(Tc)、无司机室的拖车(T)。

4.3 列车编组

- 4.3.1 永磁直驱列车编组可分为动车与拖车混合编组或全动车编组。
- 4.3.2 列车编组形式(动、拖车比例及配置)应满足与线路条件相匹配的列车最高运行速度及故障救援相关要求。

5 使用条件

5.1 环境条件

- 5.1.1 正常工作的海拔不应超过 1 400 m。
- 5.1.2 环境温度应为-25℃~45℃。
- 5.1.3 最湿月月平均最大湿度不大于 90%(该月月平均最低温度为 25℃)。
- 5.1.4 车辆应能承受风、沙、雨、雪的侵蚀及车辆清洗时中性清洗剂的作用。
- 5.1.5 因各城市所处地区不同而存在气候条件的差异,用户与制造商可另外规定使用环境条件。

5.2 线路条件

- 5.2.1 线路轨距应为 1 435 mm。
- 5.2.2 最小平面曲线半径应符合 GB 50157 的规定,当转向架固定轴距 1 900 mm 时,可选用的平面曲线半径为:正线不小于 150 m,配线不小于 100 m。
- 5.2.3 最小竖曲线半径宜为 2 000 m。
- 5.2.4 正线的最大坡度不宜大于 3%,困难地段最大坡度不宜大于 3.5%。联络线、出入线的最大坡度不宜大于 4%。
- 5.2.5 站台高度宜符合表 2 的规定。

表 2 站台高度

名称	永磁直驱 A 型车	永磁直驱 B 型车
站台高度/mm	1 030、1 080	1 000、1 050

5.3 供电条件

- 5.3.1 列车的受电方式应采用接触网-受电弓受电或接触轨-受流器受电。
- 5.3.2 列车供电电压应符合 GB/T 1402 的规定,包括 DC1500V(正常电压波动范围 DC1000 V~DC1800 V)、DC750 V(正常电压波动范围 DC500 V~DC900 V)两种。
- 5.3.3 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 的规定。

6 一般规定

- 6.1 车辆的主体结构设计寿命不应低于 30 年。

- 6.2 车辆限界宜按 CJJ/T 96 规定的计算方法制定。
- 6.3 当列车最大运行速度为 100 km/h~120 km/h 时,车轮直径应为 840 mm;当列车最大运行速度为 80 km/h 时,车轮直径宜为 740 mm 或 840 mm。新造车同一轮对两车轮直径之差不应超过 0.5 mm,同一转向架各轮径差不应超过 1 mm,同一车辆各轮径差不应超过 2 mm。
- 6.4 轮对内侧距应为 $1\,353\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ 。
- 6.5 车辆在整备状态下的实际重量与设计重量之差不应超过设计重量值的 3%。
- 6.6 同一车辆的每根动轴实际测得的轴重与该车各动轴平均轴重之差,不宜超过平均轴重的 2%。
- 6.7 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%。
- 6.8 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。地板面高度不应低于站台面。
- 6.9 列车应以规定的速度安全通过最小半径曲线区段,并能进行正常摘挂作业。
- 6.10 列车的牵引特性和制动特性应符合用户与制造商双方同意的设计文件的规定。
- 6.11 在定员载荷(AW2)工况下,在平直线路干燥轨道上,车轮为半磨耗状态,额定供电电压时,平均加速度应符合下列规定:
- 列车从 0 加速到 40 km/h 的平均加速度不应低于 0.83 m/s^2 ;
 - 列车从 0 加速到最高运行速度的平均加速度不应低于 0.45 m/s^2 。
- 6.12 从空车至超员载荷(AW3)工况下,在平直线路干燥轨道上,车轮从新轮到全磨耗状态,列车从最高运行速度到停车,平均减速度应符合下列规定:
- 列车常用制动平均减速度不应低于 1.0 m/s^2 ;
 - 列车紧急制动平均减速度不应低于 1.2 m/s^2 。
- 6.13 列车纵向冲击率不应大于 0.75 m/s^3 ,但紧急制动时不受冲击率的限制。
- 6.14 车辆设备的冲击振动试验应符合 GB/T 21563 的规定。在 GB 50157 规定的线路、轨道、路基等状态下,从零速到最高运行速度范围内,车辆的各种设备及车体不应产生共振。
- 6.15 车辆运行的平稳性应符合 GB/T 5599 的规定,新车状态下列车运行的平稳性指标不应超过 2.5,车辆的脱轨系数应小于 0.8。
- 6.16 列车噪声的测试应按 ISO 3381 和 ISO 3095 的规定。噪声值的测量应在自由声场环境中进行,车外噪声应在开阔地面除道床的枕木、道碴及相邻地面以外,没有其他任何反射表面时测量噪声等级;车内噪声的测量应在车辆组装完成、车辆为空载状态下进行。测量时应使包括空调机组在内的所有辅助设备处于工作状态。
- 6.17 列车的车内噪声应在 ISO 3381 规定的环境条件下测量,非特殊说明的车内噪声测量位置应为沿车辆中心线距离地板面 1.2 m 高处,客室至少测 3 个点。噪声测量分静止与运行两种情况:
- 列车处于静止状态和自由声场内,所有辅助设备正常运行时,测得的客室噪声不应大于 69 dB(A),司机室噪声不应大于 68 dB(A)。
 - 列车运行时司机室和客室内的允许噪声级应符合 GB 14892 的规定。
- 6.18 列车的车外噪声测试应按 ISO 3095 的规定进行,车外噪声测量位置为沿水平方向距离走行轨线路中心线 7.5 m、距离轨面 1.5 m 和 3.5 m 高处进行。噪声测量分静止与运行两种情况:
- 空载列车在静止状态、在露天地面区段自由声场内,当所有辅助设备同时运行时,在列车任意一侧,在列车长度范围内的任意点测得的噪声等效连续声级不应大于 69 dB(A)。
 - 列车在地面线路道碴轨道上,当列车以 60 km/h 速度运行时,测得的噪声等效连续声级不应大于 80 dB(A);当列车以 90 km/h 速度运行时,测得的噪声等效连续声级不应大于 85 dB(A)。
- 6.19 列车在超员载荷(AW3)工况下,在丧失 1/4 动力的情况下,应能维持运行到终点;在丧失 1/2 动力情况下,应具有在正线最大坡道上启动和运行到最近车站的能力;一列空载列车应具有在正线路的

最大坡道上救援另一列超员载荷(AW3)的无动力列车运行到下一站的能力。

6.20 车辆设备应布置合理,安装牢固可靠,便于检查、维修。

6.21 车辆的可靠性、可用性、可维护性和安全性应符合 GB/T 21562 的规定。

6.22 车辆的防火设计应符合 EN 45545:2013 的规定。

6.23 车辆上电缆的实际使用寿命宜为 30 年。

6.24 车辆上应使用水性或本体的环保涂料。车辆上使用的水性阻尼涂料应符合 HG/T 5058—2016 的规定。

6.25 车辆内装材料及车内空气有害物质限量应满足 TB/T 3139 的规定或更高要求。

6.26 置于车下的电气设备箱应具有不低于 GB/T 4208 规定的 IP55 等级的防护性能。

6.27 车上各种测量指示仪表的准确度不应低于 2.5 级。

6.28 车钩形式应按用户的需求进行配置,车钩水平中心线距轨面高度可采用 720 mm 或 660 mm。

7 车体及内装设备

7.1 车体

7.1.1 车体结构应采用整体承载结构,同型号车辆应具有统一的基本结构型式。

7.1.2 车体强度在其使用期限内应能承受各种载荷的作用而不产生永久变形和疲劳损伤,车体刚度应满足修理和复轨的要求。在最大垂直载荷作用下车体静挠度不应超过两转向架支承点之间距离的 0.1%,且在各种载荷作用下车门运动不得受阻。

7.1.3 车体的试验用纵向压缩静载荷:永磁直驱 A 型车不宜低于 1 200 kN、永磁直驱 B 型车不宜低于 800 kN。

7.1.4 车体的试验用垂直载荷应为运转整备状态时的上体重量与最大载客重量之和的 1.3 倍,其中,最大载客重量包括司机及超员的重量。

7.1.5 车体结构设计应符合 EN 12663:2010 的规定。

7.1.6 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、孔盖应能防止雨雪侵入。封闭式的箱、柜应密闭良好,在机械清洗时不应渗水、漏水。

7.1.7 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、性能稳定的隔热、隔音或/和吸音材料。隔热、隔音或/和吸音材料应选用难燃或阻燃性材料,其防火性能应符合 EN 45545:2013 的规定。

7.1.8 车体上应有架车支座、车体吊装座、车体复轨座,并标注允许架车、起吊和复轨的位置。

7.1.9 列车两端宜设排障器。

7.1.10 头尾车辆的前端应设置防爬装置和撞击能量吸收区或吸收装置。

7.1.11 在正常运用条件下,车体结构设计寿命不应低于 30 年。

7.2 联结装置

7.2.1 车钩型式:列车中固定编组的各车辆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。

7.2.2 车钩在最小曲线半径区段上应能满足车辆的摘挂作业。

7.2.3 联结装置中应有缓冲装置,其特性应能吸收撞击能量、缓和冲击,在撞击的情况下,可恢复式能量吸收单元、不可恢复式能量吸收单元以及过载保护装置应依次起作用。该装置能完全复原的最大冲击速度应为 7 km/h。

7.2.4 当使用自动车钩时,司机室应能显示车钩的联结和锁紧状态。

7.3 司机室

7.3.1 司机室设备布置应符合 UIC 651 的规定。

7.3.2 司机室视野应符合 UIC 651 的规定,应能使司机在车辆运行时清楚方便地观察到前方停车标、信号、轨道及轨旁设备、线路接触网或接触轨、站台。

7.3.3 司机室前窗的设计应符合 GB/T 5914.2 的规定,司机室的前窗玻璃应采用在任何部位受到敲击或击穿时不会崩散的安全玻璃,前窗应设雨刮器与遮阳装置,寒冷地区应采用符合 TB/T 1451—2017 的电加热玻璃。前窗玻璃的力学性能应符合 TB/T 1451—2017 的规定。

7.3.4 车辆的司机室两侧应设司机室出入口,其净开宽度不应小于 560 mm,高度不应低于 1 850 mm;司机室与客室之间应设连通门,其净开宽度不应小于 650 mm,高度不应低于 1 850 mm。

7.3.5 司机室操纵台的外形、结构、各种操纵装置、按钮与座位的布置应符合 UIC 651 的规定。

7.3.6 司机室座椅的设计应符合人机工程学原理,其高度、前后位置应能调节。

7.3.7 司机室灯光照明在地板中央的照度宜大于或等于 50 lx,操纵台宜大于或等于 70 lx,并能单独开关控制。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。应设置司机室内设备检查维修照明装置。

7.3.8 操纵台的仪表和指示灯在隧道内或晚上关闭照明时以及地面阳光下,应能在 500 mm 处清楚地看见其显示值。所有指示灯的设计应使工作人员在自然光或人工照明下正确地识别。在正常工作情况下,指示灯不应在司机室车窗中引起不良反射。

7.4 客室

7.4.1 客室两侧应设置车窗,车窗应为固定式,可在部分车窗上部设置可调式眉窗。车窗应采用符合 GB/T 11944 和 GB 18045 的钢化安全玻璃。所使用的安全玻璃上应印有安全合格标记,并能从车内看到标记内容。

7.4.2 客室内座椅的设计应符合人机工程学原理。客室内应设特需乘客(老、幼、病、残、孕)专席,并设相应的标志。

7.4.3 客室内墙板、内顶板应采用易清洗、装饰性好的阻燃材料制造,地板布应具有耐磨、防滑、防水、防静电、耐污、易清洁及阻燃的性能。

7.4.4 客室内应设置结构牢固的立柱、扶手杆,并可加装吊环。

7.4.5 客室照明在距地板布面高 800 mm 处的照度的平均值不宜低于 200 lx,在车外无任何光照射时的最低值不应低于 150 lx。车内应设有应急照明,其照度在客室内距地板面 1 m 处不应低于 30 lx。

7.4.6 列车应设轮椅区和相应的标志,轮椅区布置应符合 UIC 565-3 的规定,并应设轮椅固定装置。

7.5 车门

7.5.1 客室车门应符合 GB/T 30489 的规定。

7.5.2 客室两侧应设置乘降车门,车门的设置数量应符合表 1 的规定,每个门的净开度不应小于 1 300 mm,高度不应低于 1 850 mm。

7.5.3 客室车门的传动及控制系统应安全可靠,应采用电气或压缩空气为动力的电控方式。客车车门的开闭应采用集控方式,并具备单门手动操作功能。

7.5.4 客室车门应具备下列功能:

- a) 能单独开闭和锁闭;
- b) 列车运行时能可靠锁闭;
- c) 能对单个车门进行隔离;
- d) 在列车收到开门信号时才能正常打开;

e) 在紧急情况下,能手动解锁开门。

7.5.5 客室车门系统应设置安全联锁,车辆非零速时不得开启车门,车门未全部关闭时不得启动列车。

7.5.6 当客室车门未全部关闭时,可通过车门隔离功能使车辆在规定的限速模式下运行。

7.5.7 司机室后端门宜采用折页门型式。

7.6 贯通道

7.6.1 列车内相邻两车辆间应设贯通道,贯通道应符合 CJ/T 353 的规定。

7.6.2 贯通道应满足乘客在各客室之间自由地穿行和站立,其通过宽度不应小于 1 300 mm、通过高度不应小于 1 900 mm,最大承载能力应为 9 人/m²,且不得有任何危险。

7.6.3 当车辆联挂在一起时,贯通道应能在任何运行条件下保持整列车的连接。贯通道应能顺利通过线路最不利条件及车速的组合,且不得有零部件损坏。

7.6.4 贯通道应具有隔热和隔音性能,贯通道应进行水密性试验,水密性试验应符合 GB/T 14894 的规定。

7.6.5 贯通道选用的材料应经防腐和阻燃处理,其防火性能应符合 EN 45545:2013 的规定。

8 转向架



8.1 永磁直驱转向架应分为 I 类转向架和 II 类转向架。I 类转向架为刚性抱轴式永磁直驱转向架,宜由刚性抱轴永磁直驱电机和电机支撑杆组成,最高运行速度不应大于 80 km/h。II 类转向架为弹性抱轴式永磁直驱转向架,宜由弹性抱轴永磁直驱电机、弹性联接装置和电机支撑杆组成,最高运行速度不应大于 120 km/h。

8.2 转向架主要由构架、轮对轴箱装置、悬挂装置、基础制动装置、永磁直驱装置、管线布置和辅助装置组成。

8.3 转向架各主要零部件应具有互换性,与车体间的机械接口、电气接口应采用模块化结构设计,易损易耗件应便于检修。

8.4 转向架性能、主要尺寸应与车体、线路相互匹配,且其相关部件在允许的磨耗限度内,列车应能以最高运行速度安全平稳运行。

8.5 转向架应设置接地回流装置。

9 制动系统

9.1 制动系统应按“故障导向安全”的原则进行设计。

9.2 在列车意外分离时,编组中每辆车应自动实施紧急制动,并使司机便于识别。

9.3 制动系统应具有常用制动、紧急制动、停放制动、保持制动、车轮防滑控制(WSP)、诊断、监测和故障记录等功能,且应具有根据空重车调整制动力大小的功能。

9.4 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。电制动宜采用轴控方式,空气制动宜采用架控方式。空气制动本身应能使列车具有完整的制动能力,即使在电制动出现故障的情况下,空气制动也应具备列车所需要的制动性能。

9.5 常用制动应采用空气制动随时与电制动进行自动配合的空电复合控制。应优先采用电制动,当电制动力不足时,应由空气制动补充。仅通过电制动宜能实现列车从 80 km/h 制动到列车静止。

9.6 紧急制动应由紧急制动安全回路失电触发,在列车完全停止前不得缓解紧急制动。

9.7 基础制动应采用踏面或盘形制动装置,如采用盘形制动宜配置踏面清扫装置,具体数量按合同技术规范书要求配置。

9.8 列车应设有停放制动装置,在线路最大坡度、最大载荷情况下施加停放制动的列车不得发生溜逸。停放制动的制动力应通过机械方式产生并传递,并可实现双侧手动缓解功能。

9.9 列车应有两台或两台以上独立的电动空气压缩机组,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。

9.10 空气系统的气密性应符合 IEC 61133 的规定,系统的压力值在 5 min 内下降不应超过 20 kPa,制动缸的压力经 3 min 后,降低值不应超过 10 kPa。

9.11 压缩空气管路应采用不锈钢材料。管路和储风缸安装前应做防锈、防腐和清洁处理。

9.12 制动速度传感器应满足轴端剩磁 0.5 mT 的要求。

10 空气调节及采暖系统

10.1 车辆的空气调节及采暖系统,应能在列车运用环境条件下保持车内预定的温度。车辆的空调机组应符合 TB/T 1804 的规定。

10.2 空调装置应可通过本车控制装置进行控制,也可通过司机室内的列车监控显示器进行控制和温度设定。自动工况时空气调节装置应采用集中控制方式,同步指令控制,定频空调压缩机全列车应采用分时顺序启动,变频空调压缩机应采用全列车同时软启动。设电采暖装置时宜设置集中控制方式。

10.3 空调装置应可与列车网络进行通信,并可通过列车网络对空调装置进行控制。

10.4 空调装置应有可靠的排水措施,在运用中冷凝水及雨水不应渗漏或吹入到客室内。

10.5 客室空调装置的新风口和风道设置应满足制冷效果及乘客舒适性的要求,在 AW2 工况时,每辆车人均新风量不应少于 10 m³/h。当采用变频空调时,每辆车的总风量宜可调节。

10.6 司机室空调装置的人均新风量不应少于 30 m³/h。

10.7 用于冬季寒冷地区的车辆,司机室及客室应设采暖装置,运行时应维持司机室及客室温度不低于 14 ℃。车辆的采暖装置应符合 TB/T 2704—2016 的规定。

11 电气牵引系统

11.1 系统要求

11.1.1 电气牵引应采用变频调压的交流传动系统,具有 4 路独立的 3 相变压变频(VVVF)逆变电路。

11.1.2 电气牵引系统应为车辆提供牵引和电制动力,应充分利用轮轨粘着条件,应具有根据空重车调整牵引力和电制动力大小的功能,并应具有反应及时的空转、滑行和冲动控制功能,还应具有坡道启动防溜、牵引系统故障检测与隔离等功能。电制动和空气制动应有各自独立的滑行控制。

11.1.3 电制动产生的电能应优先再生回馈至电网或车载储能装置,再生吸收不良时亦可由车载制动电阻消耗电制动能量。

11.1.4 应采用磁场矢量控制方式来实现对牵引电机的转矩控制。

11.1.5 牵引变流器和牵引电机之间应设置电气隔离装置。永磁直驱电机发生匝间短路故障时,电气牵引系统应将故障信息及时上传至列车控制与诊断监视系统,列车控制与诊断监视系统应控制列车以不超过 50% 的最大运行速度运行到下一站后清客下线。

11.1.6 电传动系统及设备的电磁兼容性应符合 GB/T 24338.3 和 GB/T 24338.4 的规定。

11.1.7 车辆的主电路、辅助电路、控制电路应有可靠的保护。主电路的过电流保护应与牵引变电站的过电流保护相匹配。电气牵引系统的所有高压电器箱应有明显的警示标志和操作说明,宜设置安全联锁。

11.1.8 车辆的电气系统应有良好的绝缘保护。各电路应能经受耐压试验,其电压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,使其不承受电路耐压试验。

11.1.9 各电气设备保护性接地应可靠。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。车辆中的带电体、设备中的带电部分、因故障带电的金属件及所有可触及的导电体应等电位连接。

11.1.10 受电弓应满足 GB/T 21561.1、GB/T 21561.2 的要求。受流时对受电弓或供电设施不得有损伤或异常磨损。

11.1.11 电线电缆的敷设应合理排列汇集,不得已交叉时,高压线缆的接触部分应有附加绝缘加强保护。电线电缆应纳入专用管槽,应采用线卡、扎带等捆扎卡牢。电缆管槽应安装稳固。穿越电器箱壳的线缆应采用线夹卡牢,与箱壳临靠部位应加装护套。

11.1.12 列车应设置浪涌抑制器,浪涌抑制器应符合 IEC 60099-4 的规定。

11.2 牵引变流器

11.2.1 牵引变流器及其电子设备应符合 GB/T 21413.1、GB/T 21413.2、GB/T 25120、GB/T 25122.1—2018 和 GB/T 25119 的规定。

11.2.2 牵引变流器的功率元件应采用硅基绝缘栅极双极晶体管(IGBT)或基于碳化硅(SiC)的高效电力电子器件。

11.2.3 牵引系统主电路中各电气元器件应能承受永磁电机冷态时最高转速下空载反电势的峰值电压,且在该峰值电压下的单次耐受时间不应低于 3 min。

11.2.4 牵引变流器宜采用永磁直驱电机无位置传感器控制技术。

11.2.5 牵引变流器在额定工况下,距离柜体表面 1 m 处噪声声压级应小于 75 dB(A),并应符合 GB/T 25122.1—2018 表 2 的规定。

11.2.6 牵引变流器应具有与列车总线网络通信的功能,并可通过列车总线网络对牵引变流器进行控制。

11.3 永磁直驱电机

11.3.1 牵引电机为永磁直驱电机,应符合 GB/T 25123.4—2015 的规定。

11.3.2 永磁直驱电机应采用走行风冷或水冷方式。

11.3.3 永磁直驱电机应采用全封闭结构,防护等级不应低于 IP54,接线盒防护等级不应低于 IP65。

11.3.4 永磁直驱电机的噪声限值应符合 GB/T 25123.4—2015 的规定。

11.3.5 永磁直驱电机在额定转速下的效率不宜小于 93%,且全工况下效率不低于 85%的比例不宜小于 70%。

11.3.6 永磁直驱电机重量(不含车轴)不宜大于 1 200 kg。

11.3.7 永磁直驱电机绝缘系统等级应符合 GB/T 17948(所有部分)或 GB/T 22715 的规定。

11.3.8 永磁直驱电机应采用绝缘轴承,轴承 L10 的计算寿命不应小于 250 万 km,检修周期不应小于 120 万 km。

11.3.9 永磁直驱电机应按 GB/T 21563 中的规定进行振动、冲击试验,当试验条件受限时,可采用等效方法。

11.3.10 永磁直驱电机转子磁体应采用抗冲击能力强、抗失磁能力强的稀土永磁材料。

11.3.11 永磁直驱电机组装完成后,其表面最大漏磁场不应大于 40 mT。

11.3.12 永磁直驱电机轴承座处应设置易于操作的注脂孔和排脂孔。

11.3.13 永磁直驱电机外壳应设计接地线座。

11.3.14 永磁直驱电机设计应满足运输防护要求。

12 辅助供电系统

12.1 辅助供电系统应由蓄电池和辅助电源装置(辅助变流器和充电机)组成。在辅助电源主回路设计中,应充分考虑车辆受流装置在正线接触网/接触轨高速运行时可能存在短时掉电等使用条件。

12.2 辅助变流器应符合 GB/T 25122.1—2018 的规定,其容量应能满足车辆各种工况下的使用需求。在输入额定电压工况下,当输出容量达到 150%额定值时,变流器应能维持运行 10 s 后关断;当输出容量达到 200%额定值时,变流器应立即关断,且应能承受负载起动电流的冲击,并在输入电源及负载突变条件下,瞬间输出电压变化范围应为 $\pm 20\%$,同时不应影响所有负载电机电器的正常工作。

12.3 辅助电源装置(辅助变流器和充电机)应具有与列车总线网络通信的功能,并可通过列车总线网络对辅助电源装置进行控制。辅助电源装置应具有完备的保护与自诊断功能,电磁兼容性应符合 GB/T 24338.4 的规定。

12.4 蓄电池的容量应满足紧急状态下车门控制、应急照明、外部照明、车载安全设备、广播、通信、信号、应急通风等系统的供电要求。用于地下运行的车辆,蓄电池供电时间不应小于 45 min;用于地面或高架线路运行的车辆,蓄电池供电时间不应小于 30 min。

13 控制与诊断监视系统(TCMS 系统)

13.1 应采用符合 GB/T 28029(所有部分)或 IEC 61375(所有部分)规定的列车通信网络和硬线电路综合方式对列车进行控制。与行驶及安全功能有关的控制功能除由列车通信网络实现外,还应采用硬线电路的方式冗余。TCMS 系统的单点故障不应影响 TCMS 系统的正常使用。

13.2 应采用以太网或 MVB 或其他总线型式,控制与诊断监视系统均应满足牵引、制动、开关门等指令/状态信号传输的实时性和可靠性要求,安全相关系统信号传输周期不应超过 50 ms。

13.3 紧急制动控制、开关门控制等安全控制信号宜采用硬线传输为主、计算机通信网络传输为备用。

13.4 列车计算机通信网络应具有自诊断及监控功能,系统软件升级及故障诊断均应能通过网络进行。

13.5 列车通信网络中作为子节点的设备均应通过列车通信网络的一致性测试。

13.6 TCMS 系统接收来自牵引系统子节点上报的状态信息中应包含电机状态信息,如电流、电压、永磁强度等。

13.7 TCMS 系统应直接监测电机隔离接触器及电机冷却装置(若有)的状态,且通过牵引系统可实施牵引电机的强制隔离。

13.8 司机显示单元应在主界面显示牵引系统各轴电机、隔离接触器、冷却装置(若有)的工作状态。

14 通信与乘客信息系统

14.1 列车应具有司机与行车控制调度中心(OCC)进行双向通信、首尾司机室之间的通信等功能。

14.2 列车应具有地面控制中心对列车进行广播的功能。

14.3 列车应具有列车广播设备和乘客信息显示设备。列车广播应具有自动报站及司机对乘客广播的功能。客室应设有线路、车站向导显示设施与标志或电子地图等乘客信息显示与提示设施。

14.4 列车两端的前部或侧面宜设置运行区间显示装置。

14.5 客室宜设视频信息显示装置,可播放视频信息。

14.6 客室内应设乘客紧急报警装置,且具有乘客与司机紧急对讲功能。

15 火灾自动报警系统

15.1 列车上应设置火灾自动报警系统。

15.2 列车报警区域应按车厢划分,每节车厢应划分为一个报警区域。客室内宜设置点型感烟火灾探测器,火灾探测器的数量应根据客室内面积及探测器的保护区域设置。

15.3 火灾自动报警系统的供电应采用蓄电池供电。

15.4 火灾自动报警系统应与客室内摄像头联动,应能通过无线网络将列车上发生火灾的图像、视频和部位等信息传输给运营控制中心。

16 安全设施

16.1 司机台应设置紧急停车操纵装置和警惕按钮。

16.2 司机室内应设置客室侧门、司机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。

16.3 列车应有自动防护(ATP)系统或列车自动防护(ATP)与自动驾驶(ATO)系统,以及可保证行车安全的通信联络装置。

16.4 司机室前端应装设能进行远近光变换的前照灯。前照灯在车辆前端紧急制动距离处照度不应小于 2 lx。列车尾端外壁应设有可视距离足够的红色防护灯。车辆侧壁可设置显示车门开闭的指示灯。

16.5 列车应设置鸣笛装置。

16.6 车辆应有各种警示标志,包括紧急制动装置、带电高压设备、消防设备、紧急报警装置、车门紧急解锁及电器箱内的操作警示标志等。

16.7 客室、司机室应配置适合于电气装置与油脂类的灭火器具,安装位置应设标志并便于取用。灭火材料在灭火时产生的气体不应对人体产生危害。

16.8 列车应具有紧急疏散乘客的功能。

16.9 列车可具备超载预警及报警功能。

17 检验与验收

17.1 车辆总装配完成后,应按 GB/T 14894 的规定进行检查与试验,且应在检验通过后进行验收。

17.2 车辆在进行型式试验前,制造厂家可进行调试。在调试过程中可做必要的修改和线路试运行。运行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,原则上系列产品可比新产品适当降低试运行里程,低速车辆可比高速车辆适当降低试运行里程。对进行型式试验的车辆,当合同技术规格书中未规定值时,车辆最大试运行里程为 5 000 km。

17.3 车辆在下列情况时,应进行型式试验:

- a) 新设计制造的车辆;
- b) 批量生产的车辆经重大技术改造,其性能、构造、材料、部件有较大改变时;
- c) 转厂后生产的车辆;
- d) 批量生产的车辆制造一定数量后,有必要重新认定其性能时,应抽样进行测试;
- e) 制造商首次生产该型号车辆。

17.4 车辆的配套设备及主要部件应在检验合格后方可装车。

17.5 批量生产的车辆,验收前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结果相符。

17.6 正式提交验收的车辆应有产品质量合格证书、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。

17.7 车辆移交时,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、备品备件。

18 标志

18.1 车辆的出厂信息应标注在车辆的明显位置,标志清晰、易读、不易磨损。其标注方法应符合车辆合同技术规格书的规定。制造商应提供完整的数据,至少应包括下列内容:

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

18.2 车辆的定义信息应标注在车辆的明显位置,标志清晰、易读、不易磨损。其标注方法应符合车辆合同技术规格书的规定。标志内容应符合合同的规定,宜包括下列内容:

- a) 列车及车辆的编号;
- b) 车辆的端号;
- c) 车门的位置编号。

19 包装运输和贮存

19.1 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。

19.2 若车辆到达用户处需要长期静置停放时,应由制造商给出单独的维护方案。

20 质量保证期限

20.1 制造商应明确给出车辆及其主要部件的质量保证期限(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,在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零部件,安装调试,恢复运行。

20.2 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,对相关部件重新确立质量保证期限。

