



中华人民共和国国家标准

GB/T 39425—2020

城市轨道交通车辆永磁直驱转向架 通用技术条件

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

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 转向架分类 3

5 一般要求 3

6 要求 4

7 试验方法 7

8 检验规则 8

9 标志、包装、运输和贮存 9

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、株洲中车时代电气股份有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司、苏州市轨道交通集团有限公司、上海申通地铁集团有限公司、同济大学。

本标准主要起草人：楚永萍、胡定祥、赵旭东、冯遵委、马晓光、陈德强、门永林、杨利强、刘良杰、程建会、张雄飞、于海、王生华、沈钢、张振先、姜朝勇、刘雄、王佳祥、丁亚琦、刘森、任利惠。

城市轨道交通车辆永磁直驱转向架 通用技术条件

1 范围

本标准规定了城市轨道交通车辆永磁直驱转向架的分类、一般要求、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于最高运行速度不大于 120 km/h 的城市轨道交通车辆抱轴式永磁直驱转向架(以下简称转向架)。

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 146.1 标准轨距铁路机车车辆限界
- GB/T 5068 铁路机车、车辆车轴用钢
- GB/T 5599 铁道车辆动力学性能评定和试验鉴定规范
- GB/T 25123.4 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 25343(所有部分) 铁路应用 轨道车辆及其零部件的焊接
- GB 50157 地铁设计规范
- CJJ/T 96 地铁限界标准
- TB/T 1491 机车车辆油压减振器
- TB/T 1718.2 机车车辆轮对组装 第 2 部分:车辆
- TB/T 2211 机车车辆用压缩钢制螺旋弹簧
- TB/T 2395 机车车辆动力车轴设计方法
- TB/T 2562 铁道客车用车轮静平衡、轮对动平衡试验方法
- TB/T 2817 铁路货车用辗钢整体车轮
- TB/T 2841 铁道车辆空气弹簧
- TB/T 2843 机车车辆用橡胶弹性元件通用技术条件
- TB/T 2945 铁道车辆用 LZ50 钢车轴及钢坯技术条件
- TB/T 2980 机车车辆用制动盘
- TB/T 3196 机车用合成闸瓦
- TB/T 3541.3 机车车辆盘形制动 第 3 部分:合成闸片
- TB/T 3549.1 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 转向架 第 1 部分:转向架构架
- ISO 1940-1 机械振动 刚性转子的平衡质量要求 第 1 部分:允许残余不平衡的测量
[Mechanical vibration—Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state—Part 1: Specification and verification of balance tolerance]

IEC 61373 铁路应用 机车车辆 冲击和振动试验(Railway applications—Rolling stock equipment—Shock and vibration tests)

EN 10089 淬火和回火弹簧用热轧钢 交货技术条件(Hot rolled steels for quenched and tempered springs—Technical delivery conditions)

EN 12080 铁路应用 轴箱 滚动轴承(Railway application—Axleboxes—Rolling bearing)

EN 13104 铁路应用 轮对和转向架 动力轴 设计方法(Railway applications—Wheelsets and bogies—Powered axles—Design method)

EN 13260 铁路应用 轮对和转向架 轮对 产品要求(Railway applications—Wheelsets and bogies—Wheelsets—Production requirements)

EN 13261 铁路应用 轮对和转向架 车轴 产品技术条件(Railway applications—Wheelsets and bogies—Axles—Product requirements)

EN 13262 铁路应用 轮对和转向架 车轮 产品技术条件(Railway applications—Wheelsets and bogies—Wheels—Product requirement)

EN 13749 铁路应用 轮辐和转向架 规定台车架结构要求的方法(Railway applications—Wheelsets and bogies—Methods of specifying structural requirements of bogie frames)

EN 15085 铁路应用 铁路车辆及其部件的焊接(Railway applications—Welding of railway vehicles and components)

UIC 541-3 制动 盘型制动及其应用 闸片验收的一般规定(Brakes—Disc brakes and their application—General conditions for approval of brake pads)

UIC 541-4 制动 合成闸瓦制动装置 制动闸瓦认证的一般规定(Brakes—Brakes with composite brake blocks—General conditions for certification of composite brake blocks)

UIC 615-4 动力装置 转向架和走行装置 转向架构架结构强度试验(Motive power units—Bogies and running gear—Bogie frame structure strength tests)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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

采用永磁直驱装置的转向架。

3.2

永磁直驱装置 permanent magnetic direct drive motor device

无需齿轮传动装置,由永磁直驱电机直接驱动轮对的系统。

3.3

刚性抱轴永磁直驱 permanent magnetic direct drive motor system that solid axle and motor connected with bearing

永磁直驱电机的转子与车轴刚性联接,车轴作为电机转子的组成部分,直接驱动轮对。

3.4

弹性抱轴永磁直驱 permanent magnetic direct drive motor system that axle and motor connected with flexible coupling

永磁直驱电机的转子与车轴采用抱轴方式通过弹性装置联接,直接驱动轮对。

4 转向架分类

4.1 转向架分类

永磁直驱转向架分应分为Ⅰ类转向架和Ⅱ类转向架。

4.2 Ⅰ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。

4.3 Ⅱ类转向架

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。

5 一般要求

5.1 转向架应在下列环境条件下正常运行:

- a) 正常工作海拔不高于 1 200 m。
- b) 环境温度-25℃~+40℃。
- c) 最湿月月平均最大相对湿度不大于 90%,且该月月平均最低温度为 25℃。
- d) 车辆应能承受风、沙、雨、雪、雾霾的侵蚀及车辆清洗时清洗剂的作用。
- e) 对于特殊环境要求,用户与制造商可在合同中另行规定。

5.2 转向架应在下列线路条件下正常运行:

- a) 线路轨距:1 435 mm。
- b) 最小平面曲线半径:正线 150 m,车场线 80 m。
- c) 最小竖曲线半径:2 000 m。
- d) 最大坡度:正线最大坡度 30‰,困难地段 35‰,联络线、出入库线的最大坡度 40‰。

5.3 转向架应符合 GB 50157 或 CJJ/T 96 以及用户限界的规定。当具有铁路回送要求时,应符合 GB 146.1 限界的规定。

5.4 车辆动力学性能计算应符合 GB/T 5599 的规定。

5.5 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磨耗限度内均应能确保列车以最高允许速度安全平稳运行。当悬挂或减振系统损坏或失效时,车辆应能在线路上安全地运行到终点。

5.6 当永磁直驱电机需要退出运行时,应能通过牵引系统实现电气隔离。

5.7 转向架固定轴距宜符合表 1 的规定。

表 1 轴距

转向架类型	轴距	
	轴重≤14 t	轴重≤17 t
Ⅰ类转向架	≤2.0 m	≤2.3 m
Ⅱ类转向架	≤2.2 m	≤2.3 m

5.8 转向架重量应符合表 2 的规定。

表 2 重量

转向架类型	重量	
	轴重 ≤ 14 t	轴重 ≤ 17 t
I 类转向架	≤ 6.5 t	≤ 7.8 t
II 类转向架	≤ 7.5 t	≤ 8 t

5.9 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。

5.10 转向架的结构应具有对轮重差进行调整的能力。

5.11 转向架适用的车轮直径为 740 mm 或 840 mm,宜采用小轮径设计。

5.12 转向架所采用材料应满足车辆防火及环保要求。

5.13 转向架应设置便于不落轮镟修设备安装的接口。

5.14 转向架应设置能够使轮对与构架、构架与车体整体起吊的装置。

5.15 转向架与车体间应设置垂向、横向限位装置。

5.16 当空气弹簧需设置附加空气容积室时,容积室内腔应做防腐处理,与其联通部位应设置排水孔及排水堵。

5.17 构架、永磁直驱电机主体使用寿命应为 30 年。

6 要求

6.1 主要结构

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。

6.2 构架

6.2.1 构架静强度、疲劳强度应符合 TB/T 3549.1、UIC 615-4 或 EN 13749 的规定,应采用有限元法进行应力分析,并应对疲劳强度进行评估。

6.2.2 构架焊接应符合 GB/T 25343(所有部分)或 EN 15085 的规定。

6.2.3 构架关键焊缝应进行无损检测。

6.2.4 构架组焊后宜采取消减焊接内应力和防腐的措施。

6.2.5 构架应采用整体加工工艺。

6.3 轮对轴箱装置

6.3.1 轮对定位装置应使轮对相对于构架在纵向和横向弹性定位。

6.3.2 轮对设计应满足永磁直驱电机气隙及模态的匹配要求。

6.3.3 轮对应符合 TB/T 1718.2 或 EN 13260 的规定。

6.3.4 轴箱轴承应采用滚动轴承,且应符合 EN 12080 的规定。

6.3.5 车轴应符合 GB/T 5068、TB/T 2945 或 EN 13261 的规定,车轴强度计算应符合 TB/T 2395 或 EN 13104 的规定。

6.3.6 车轮应符合 TB/T 2817 或 EN 13262 的规定,宜采用降噪设计,宜采用 LM 磨耗型踏面。

6.3.7 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,轮对内侧距应为 $1\,353\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ 。

6.3.8 轮对与永磁直驱电机组装后应进行动平衡试验,试验方法应符合 TB/T 2562 的规定,每个车轮的许用动不平衡量不应大于 $75\text{ g}\cdot\text{m}$ 。

6.3.9 轮对、轴承与轴箱组装后应具有良好的密封性能。

6.3.10 转向架应设置接地回流装置。

6.3.11 车轴与永磁直驱电机组装后,剩磁量不应大于 0.5 mT。

6.3.12 轮对组装后宜进行超声波探伤。

6.4 悬挂装置

6.4.1 悬挂装置宜包含一系悬挂装置和二系悬挂装置。

6.4.2 一系悬挂装置可采用金属橡胶弹簧定位或圆柱螺旋钢弹簧转臂式定位,当采用圆柱螺旋钢弹簧转臂式定位时,簧下应设置橡胶缓冲垫并配备垂向油压减振器。

6.4.3 垂向油压减振器应符合 TB/T 1491 的规定,圆柱螺旋钢弹簧应符合 TB/T 2211 或 EN 10089 的规定,金属橡胶弹簧应符合 TB/T 2843 的规定。

6.4.4 二系悬挂装置宜采用空气弹簧,空气弹簧应符合 TB/T 2841 的规定。二系悬挂装置应设置高度控制阀,必要时设置附加气室、差压阀,车体和构架之间应设置横向油压减振器。

6.4.5 永磁直驱转向架应符合下列规定:

- a) 当空气弹簧失气时,车辆应能安全运行;
- b) 应设置防过充止挡结构。

6.4.6 转向架一系悬挂装置及二系悬挂装置应分别设置垂向止挡装置。二系悬挂装置还应设置横向弹性止挡装置。

6.4.7 在车体及转向架间应设置牵引装置,减少振动的传递以及二系横向和垂向的附加刚度。

6.4.8 悬挂装置的抗侧滚刚度应满足运用要求,当抗侧滚刚度不足时,可增加抗侧滚扭杆装置。

6.5 基础制动装置

6.5.1 制动形式宜采用踏面制动、盘形制动、磁轨制动等形式。

6.5.2 制动单元应设置闸瓦或闸片间隙自动调整装置。制动装置在缓解状态下,制动盘和闸片、车轮和闸瓦之间的间隙应满足运用要求。

6.5.3 基础制动装置组装后,应动作灵活,且应便于安装、拆卸。

6.5.4 转向架应设置停放制动装置,其能力应保证满负荷的车辆停放在 5.2 规定的坡道上,停放制动装置应具有气动和手动缓解功能。

6.5.5 闸瓦或闸片压力实际值不应超过设计值的 $\pm 5\%$ 。

6.5.6 制动盘应符合 TB/T 2980 的规定或用户要求。

6.5.7 闸瓦应符合 TB/T 3196 或 UIC 541-4 的规定,闸片应符合 TB/T 3541.3 或 UIC 541-3 的规定。闸瓦或闸片应满足制动性能,且应便于安装和更换,摩擦体应采用环保无害的材料,不应采用含石棉、铅或其化合物以及其他可能危害人体健康、可能产生有害气体、粉尘或化合物的材料。

6.5.8 基础制动装置的磨损磨耗性能试验应通过 1:1 制动动力试验进行,且不得缩小比例。

6.6 永磁直驱装置

6.6.1 永磁直驱电机的设计应能适应轮对弯曲变形,且应与轮对模态匹配。

6.6.2 电机支撑杆的设计应减小对一系悬挂装置的附加刚度,且应平衡电机的启动、制动扭矩。

6.6.3 永磁直驱电机的设计应满足牵引系统电气及整车节能的要求。

- 6.6.4 永磁直驱电机设计和试验应符合 GB/T 25123.4 的规定。
- 6.6.5 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。
- 6.6.6 永磁直驱电机的最大噪声值不应大于 95 dB(A)。
- 6.6.7 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。
- 6.6.8 永磁直驱电机转子应根据 ISO 1940-1 进行动平衡测试,测试结果应达到 G2.5 级及以上标准。
- 6.6.9 永磁直驱电机应设置温度传感器接口,并应预留振动传感器接口。
- 6.6.10 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。
- 6.6.11 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。
- 6.6.12 永磁直驱电机外壳应设计接地线座。
- 6.6.13 永磁直驱电机应按 IEC 61373 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。
- 6.6.14 永磁直驱装置(含弹性联接装置,不含车轴)的重量不宜大于 1 200 kg。
- 6.6.15 永磁直驱电机设计应满足运输防护要求。
- 6.6.16 弹性联接装置的刚度应满足牵引、制动扭矩传递和衰减轮对对电机振动冲击的要求,其橡胶元件应能在不退轮时更换。
- 6.6.17 车辆制动可利用永磁同步电机反电势,并可采用旁路备用电阻制动。

6.7 管线布置

- 6.7.1 转向架上空气管路、电线电缆应设置固定管卡和线卡;空气管路和电线电缆的弯曲半径应遵循最小曲度限定。
- 6.7.2 空气管路应采用不锈钢管,接头宜采用非螺纹密封的不锈钢接头。
- 6.7.3 空气管路系统在组装前应进行检查,不得有异物。
- 6.7.4 组装完成后空气管路与其他部件的间隙应满足运用要求。
- 6.7.5 电线线缆不应固定在管路上。

6.8 辅助装置

- 6.8.1 在列车部分转向架上宜安装轮缘润滑装置。
- 6.8.2 转向架应设置速度传感器的安装位置。
- 6.8.3 转向架可设置轴承温度、振动检测装置。
- 6.8.4 转向架可设置排障器。

6.9 转向架落成

- 6.9.1 转向架落成后应对单元制动缸管路系统进行气密性试验。
- 6.9.2 转向架落成后应对空气弹簧及管路系统进行气密性试验。
- 6.9.3 转向架落成后应对单元制动缸进行动作试验。
- 6.9.4 转向架落成后固定轴距两侧之差不应大于 1 mm。
- 6.9.5 转向架落成后,应做静载试验(车辆自重载荷),测量转向架构架一系弹簧上平面和空气弹簧座平面距轨面的高度,其误差应符合设计要求。
- 6.9.6 转向架最低点距离轨面不应低于 95 mm。
- 6.9.7 转向架自重应符合 5.8 的规定。
- 6.9.8 转向架各金属零部件均应进行防腐处理,油漆厚度、附着力、光泽度应符合设计要求。
- 6.9.9 转向架各零部件安装应牢靠无松动,紧固件防松标记应清晰可见,外观油漆应无磕碰,管线布置

应整齐无干涉。

6.9.10 电机各接线端子应单独绝缘防护。

7 试验方法

7.1 构架强度试验

构架强度试验应按 TB/T 3549.1、UIC 615-4 或 EN 13749 的规定进行。

7.2 轴箱温升试验

车辆在最大载荷下,以线路最高速度持续运行一个往返,轴箱温升不宜超过 30 K。

7.3 一系弹簧试验

7.3.1 一系螺旋钢弹簧试验应按 TB/T 2211、EN 10089 或合同的规定执行。

7.3.2 一系金属橡胶弹簧试验应按 TB/T 2843 或合同的规定执行。

7.4 二系空气弹簧试验

二系空气弹簧试验应按 TB/T 2841 或合同的规定执行。

7.5 单元制动缸管路系统气密性试验

转向架落成后,应向常用制动管路和停放制动管路充入规定的压力空气,保压 10 min,空气压力下降不应超过 10 kPa。

7.6 空气弹簧及管路系统气密性试验

转向架落成后,应同时向空气弹簧及其附加空气室充入规定的压力空气,在达到设计载荷、空气弹簧满足标准高度时,保压 20 min,压力下降不应超过 10 kPa,且检查各管路不应有泄露。当转向架仅有空气弹簧无相关管路时,应在车辆落成后随整车进行试验。

7.7 基础制动系统动作试验

转向架落成后,应向停放制动缸充入规定的压力空气,使停放制动处于缓解状态;向常用制动缸充入规定的压力空气,制动后施行缓解,要求停放和常用制动缸的制动与缓解应动作灵活,闸瓦或闸片间隙应符合设计要求。

7.8 静载试验

转向架落成后,应在车辆静载荷(车辆自重载荷)下,检查转向架的尺寸和组装状态,其误差应符合设计要求,且应包括下列项目:

- a) 空气弹簧座平面距轨面高度;
- b) 一系弹簧上平面距轨面的高度;
- c) 同一轮对轮重差不应超过 2%。



7.9 永磁直驱电机试验

永磁直驱电机试验分为型式试验和例行试验,试验项目及要求见表 3。

表 3 试验项目及要求

序号	试验项目	型式试验	例行试验	试验要求
1	温升试验	√	—	依据 GB/T 25123.4
2	防失磁能力校核试验	√	—	依据 GB/T 25123.4
3	特性试验	√	—	依据 GB/T 25123.4
4	超速试验	√	—	依据 GB/T 25123.4
5	振动试验	√	—	依据 GB/T 25123.4
6	噪声测量	√	—	依据 GB/T 25123.4
7	定子绝缘电阻的测定	√	√	依据 GB/T 25123.4
8	空载反电势测量	√	√	依据 GB/T 25123.4
9	负载电流试验	√	√	依据 GB/T 25123.4
10	定子绕组对机座的耐电压试验	√	√	依据 GB/T 25123.4
11	振动冲击试验	√ *	—	依据 IEC 61373
注：标有“√”号的为必做试验；标有“—”号的为不适用；标有“√*”号的在试验条件受限时，可采用等效方法。				

7.10 动力学试验

线路动力学试验应按 GB/T 5599 的规定进行，其中脱轨系数、轮重减载率等指标应符合 5.4 的规定。

8 检验规则

8.1 检验项目

转向架检验分为型式检验和例行检验，检验项目及要求应符合表 4 的规定。

表 4 转向架检验项目及要求



序号	检验项目	型式检验	例行检验	检验要求
1	剩磁量检测	√	√	6.3.11
2	构架强度检验	√	—	7.1
3	轴箱温升检验	√	—	7.2
4	一系弹簧检验	√	—	7.3
5	二系空气弹簧检验	√	—	7.4
6	单元制动缸管路系统气密性检验	√	√	7.5
7	空气弹簧及管路系统气密性检验	√	√	7.6
8	基础制动系统动作检验	√	√	7.7
9	静载检验	√	√	7.8
10	外观检验	√	√	6.9.9
11	永磁直驱电机检验	√	√	7.9
12	动力学检验	√	—	7.10
注：标有“√”号的为必做试验；标有“—”号的为不适用。				

8.2 型式检验

8.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新型转向架的定型鉴定;
- b) 已定型的转向架转厂生产时;
- c) 转向架的结构、材料、工艺有重大改进设计,可能影响其性能及行车安全时。

8.2.2 型式检验项目应按表 4 的规定执行。

8.3 例行检验

每台转向架均应按表 4 的规定进行检验,合格后方可出厂。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

在转向架上应安装标牌,标牌信息应包括转向架型号及顺序号、制造单位名称、制造年月等;转向架各重要零部件应有可追溯性标识。

9.2 交货文件

转向架交货时应随带合格证。合格证应有转向架制造单位名称、转向架型号及顺序号、轮轴型号、电机型号、检验结果、出厂日期。

9.3 包装与运输

9.3.1 转向架应包装防护,不得出现挤压变形,运输或存放过程中不得发生碰伤和锈蚀。

9.3.2 空气弹簧、制动缸、制动管路等进风口应封闭防护;电机各接线端子应单独绝缘防护。

9.3.3 吊装前应将轮对轴箱与构架或其他活动件固定牢靠,不得发生脱落事故和其他伤害;吊装过程中应起落平稳,不得对轴承等部件造成冲击。

9.3.4 转向架在运输中车轮踏面前后应设置固定楔块,构架四角应固定,应避免振动对轴箱轴承造成损害,并应以篷布等覆盖防止雨淋和水侵。

9.3.5 转向架在运输中永磁直驱电机的定子与转子应用工装固定防护。

9.4 贮存

9.4.1 转向架应存放在干燥通风、防雨、防水、无腐蚀及无强磁场环境的地方,不得露天存放。

9.4.2 转向架存放应远离振动环境,并采取止动措施,且应定期(最长不超过 3 个月)推动转向架以改变轴承承载位置,推动前应确认电机各接线端子单独绝缘防护。

9.4.3 当转向架贮存大于 6 个月时,应进行检查、检修,合格后方可正常使用。

SZIC