

团 体 标 准

T/CCTAS XXXX—2025

城市轨道交通车辆关键设备 服役一致性试验技术规范

Technical Specification of Test for Service Conformance
on Key Equipment of Urban Railway Vehicle

（征求意见稿）

（2025 年 9 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

中国交通运输协会 发 布

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 3

5 总则 3

 5.1 试验对象 3

 5.2 试验内容 3

 5.3 试验方法 3

 5.4 试验评价 3

6 试验对象及试验项目 4

 6.1 试验对象 3

 6.2 试验项目 5

7 试验方法 7

 7.1 车体试验 7

 7.2 钩缓装置试验 7

 7.3 转向架试验 8

 7.4 车门试验 8

 7.5 受流器试验 9

 7.6 高速断路器试验 9

 7.7 牵引逆变器试验 9

 7.8 牵引电动机试验 10

 7.9 功率模块测试 10

 7.10 辅助变流器试验 11

 7.11 充电机试验 11

 7.12 司机控制器试验 11

 7.13 控制系统试验 12

 7.14 制动系统试验 12

 7.15 空调系统试验 12

8 试验评价 12

 8.1 评价原则 13

 8.2 评价方法 13

附 录 A （规范性/资料性） 车辆关键设备 TSC 试验一览表 1

附 录 B （规范性/资料性） 车辆关键设备 TSC 试验方法与评价方法对照表 4

参 考 文 献 9

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：

本文件主要起草人：

引 言

服役一致性试验（Test for Service Conformance，以下简称 TSC）是针对城市轨道交通车辆关键设备性能与功能所开展的一项符合性验证试验。TSC 对经过一定的运用周期和大修以后的车辆关键设备进行复核性试验，检查其性能和功能与原标准性能、功能的一致性程度，即符合性程度。本文件提出了城市轨道交通车辆关键设备服役一致性试验的适用范围、试验对象、试验项目、试验方法、评价方法和标准，用以指导车辆设备的维修、更新以及性能和功能的评价，为设备的正常运用提供必要的保证。本文件的推广运用能够积极推动城市轨道交通车辆大修修程的完善，提高车辆大修的质量保证和技术水平，也可以在一定程度上降低车辆的维护成本。

本文件努力践行采用国家标准理念，在所有试验方法和评价方法上使用的标准均采用了国家标准以及国内的行业标准。

本文件的文档包括 8 个章节和 1 个附录。

第 1 章范围，说明了本文件的主要内容和适应范围；

第 2 章规范性引用文件，列出了本文件引用的规范性文件；

第 3 章术语和定义，列出了本文件中使用的专业术语；

第 4 章缩略语，说明了本文件中使用的缩略语；

第 5 章总则，说明了 TSC 的试验和评价的基本原则；

第 6 章试验对象和试验项目，列出了 TSC 的试验对象和试验项目；

第 7 章试验方法，描述了各试验项目的试验方法；

第 8 章试验评价方法，描述了各试验数据或结果的评价方法；

附录 A 关键设备及试验一览表；

附录 B 车辆关键设备 TSC 试验方法与评价方法对照表。

城市轨道交通车辆关键设备服役一致性试验技术规范

1 范围

本文件提出了城市轨道交通车辆关键设备在车辆大修之后的试验和测试的试验对象、试验项目、试验方法和评价方法，适用于城市轨道交通车辆运营部门、车辆大修部门以及承担车辆大修作业的企业，可用于大修修程的制定和车辆大修后的验收依据。

本文件所指车辆为钢轮钢轨制式车辆，其他类型城市轨道交通车辆也可参照本文件执行。
本文件也可用于车辆架修后设备的试验和评价。

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。凡是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 1032-2023 三相异步电动机试验方法
- GB/T 7928-2003 地铁车辆通用技术条件
- GB/T 11260-2008 圆钢涡流探伤方法
- GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 第1部分：总则
- GB/T 16318-2021 旋转牵引电机基本试验方法
- GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第1部分：总则
- 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 26954 焊缝无损检测 基于复平面分析的焊缝涡流检测
- GB/T 28029.1-2020 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 28029.10-2020 轨道交通电子设备 列车通信网络（TCN）第3-2部分：多功能车辆总线（MVB）

一致性测试

- GB/T 21561.2-2018 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 32589-2016 轨道交通 第三轨受流器
- GB/T 43790-2024 轨道交通 受流系统 受电弓与接触网相互作用准则
- TB/T 1491 机车车辆油压减振器技术条件
- TB/T 1558.5 机车车辆焊缝无损检测 第5部分：渗透检测
- TB/T 1804 -2017 铁道客车空调机组
- TB/T 1900-2016 铁道车辆储风缸
- TB/T 1961-2023 钩缓装置及组件 缓冲器
- TB/T 2211-2018 机车车辆用压缩钢制螺旋弹簧
- TB/T 2710.1-2015 机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第1部分：活塞空气压缩机组
- TB/T 2710.2-2015 机车、动车组用空气压缩机组技术条件 第2部分：螺杆空气压缩机组
- TB/T 2711-2015 机车、动车组用空气压缩机组试验方法
- TB/T 3395 -2015 城市轨道交通车辆组装技术规范
- TB/T 3550.1-2019 机车车辆强度设计及试验鉴定规范 车体 第1部分：客车车体
- TSG R7001 压力容器定期检验规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

车辆大修 vehicle overhaul

车辆大修是指对车辆各系统及部件进行分解、清洁、检查、探伤、整修和更换的综合修理，并对列车性能进行全面检测、调试以及试验，以恢复车辆设计要求的维修作业。

3.2

车辆架修 vehicle light overhaul

车辆架修是对车辆的重要部件包括转向架、制动、牵引、空调等系统或部件进行分解、清洗、检查、探伤以及修理，并对列车性能进行全面检测、调试以及试验，以恢复车辆综合性能的维修作业。

3.3

轨道交通车辆关键设备 key equipment of urban rail vehicle

轨道交通车辆关键设备是组成车辆基本结构并影响车辆基本性能和功能的子系统和部件。

注：本文件中的轨道交通关键设备仅限定为城市轨道交通车辆的车体、钩缓装置、转向架、车门、受流器、高速断路器、牵引逆变器、牵引电动机、功率模块、辅助电源变流器、充电机、司机控制器、控制系统的功能控制单元、制动空压机、风缸、基础制动单元和空调机组。

3.4

服役一致性试验 test for service conformance

服役一致性试验是车辆及其设备性能与功能的一个符合性验证试验，服役一致性试验用以评价城市轨道交通车辆及其关键设备在经过一个周期的运用及大修以后其性能和功能与原设备标准性能和功能的一致性程度，即符合性程度。

3.5

车辆载荷 average weight

AW 是城市轨道交通车辆中用于表示车辆不同载荷状态的术语。AW0 表示空载状态，即车辆内没有乘客，车辆仅包含自身的结构重量以及车内设备等的重量，不考虑乘客的重量因素；AW1 表示满座时的车辆载荷；AW2 表示满载时的载荷即定员载荷；AW3 表示超员载荷。

3.6

牵引逆变器 traction inverter

将直流电源变换为能够向三相交流牵引电动机供电的三相静止逆变器。

3.7

辅助变流器 auxiliary converter

向城市轨道交通车辆辅助设备（如照明、电池充电、空调、控制电路等）提供电源的变流装置。

3.8

高速断路器 high speed circuit-breaker

城市轨道交通列车上受电回路中使用的一种用于防止过载电流或短路电流超过限值的断路器，是一种分断时间较为迅速的断路器。

3.9

牵引电动机 traction motor

牵引电动机是产生列车牵引力的设备,在本文件中特指城市轨道交通车辆上运用的采用三相静止逆变器供电的交流异步电动机。

3.10

功能控制单元 function control unit

城市轨道交通车辆上用以实现特种控制功能的控制器。

3.11

功率模块 power modular

变流器中由 IGBT 器件采用桥式电路构成的模块单元,用以实现电流制式的变换。也被称为半导体驱动模块 SDU (semiconductor drive unit)。

3.12

静态接触力 static contact force

机车车辆处于静止状态时,在受电弓升弓装置的作用下,当受电弓升起受电弓弓头向上施加在接触线上的平均垂直力。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACU: 辅助系统控制单元 (Auxiliary system Control Unit)

AW: 车辆载荷 (Average Weight)

BCU: 制动控制单元 (Brake Control Unit)

CCU: 中央控制单元 (Central Control Unit)

DCU: 驱动控制单元 (Drive Control Unit)

EBCU: 电子制动控制单元 (Electronic Brake Control Unit)

IGBT: 绝缘栅型晶体管 (Insulated Gate Bipolar Transistor)

MVB: 多功能车辆总线 (Multifunction Vehicle Bus)

TCN: 列车通信网络 (Train Communication Network)

TCU: 牵引控制单元 (Traction Control Unit)

TSC: 服役一致性试验 (Test for Service Conformance)

5 总则

TSC 是一个指导城市轨道交通车辆大修后其关键设备开展试验的规范性文件,内容包括试验对象、试验项目、试验方法以及对试验数据的评价。在对试验数据评价过程中需要注意关键设备的运用时间、使用年限、更新状况等因素对试验数据的影响。如果设备已经完全更新,则需要提供更新设备的有效型式试验报告。

5.1 试验对象

TSC 的试验对象为城市轨道交通车辆的关键设备,具体为车体、钩缓装置、转向架、车门、受流器、高速断路器、牵引逆变器、牵引电动机、功率模块、辅助电源变流器、充电机、司机控制器、控制系统的功能控制单元、制动空压机、风缸、基础制动单元和空调机组。

5.2 试验内容

TSC 的试验内容分为检查试验、性能试验和功能试验。

检查试验主要是设备的外观机械尺寸检测、设备的内部探伤和电气绝缘测试。

性能试验是对关键设备的性能参数的测试试验,包括电气设备的静态电气参数测试、负载性能测试、设备效率测试;机械设备的力学性能测试、气密性试验和部件磨合的跑合试验。

功能试验是复核设备应有的功能,包括设备的保护功能、功能适应性、网络通信接口功能以及空调系统的制冷量试验。

5.3 试验方法

所有关键设备的试验均需要依据有关国家标准或行业标准规定的试验方法进行试验。

某些试验可以使用非标的试验台或试验装置进行试验,这些试验台或试验装置需要获得试验方与用户的共同认可,试验数据或试验结果仍然需要采用本文件引用的国家标准或行业标准来衡量。

5.4 试验评价

5.4.1 试验的评价原则

车辆大修后其关键设备 TSC 试验数据评价的基本原则为关键设备大修后的性能和功能能够保证完成车辆后一个运用周期内的安全正常运行。

TSC 的试验数据、试验现象以及试验评价报告均需要以文件形式记录、保留和存档。

5.4.2 试验的评价方法

将 TSC 的试验数据或试验结果与该设备的技术条件要求或者相应型式试验的要求或者出厂试验的要求或者试验大纲的要求进行比较、分析,从而获得该设备大修后的性能和功能的状况评价是否达到相应的要求。

6 试验对象及试验项目

6.1 试验对象

城市轨道交通车辆大修后需要开展 TSC 试验的车辆关键设备及其试验项目详见表 1。

表 1 车辆系统部件 TSC 试验汇总表

	系 统	关键设备	试 验 项 目
1	车体	牵引梁	探伤
		设备安装座	探伤
		中央牵引装置整体	探伤
		车体总成	挠度
2	钩缓装置	车钩	探伤、连挂、绝缘(电气车钩)
		缓冲器	功能(缓冲器压缩与恢复)
3	转向架	构架	几何检查、探伤
		轮对(含齿轮箱)	跑合
		一系簧(钢簧)	探伤、静态参数(载荷高)、静态压缩(刚度)
		减振器	探伤、功能
		转向架总成	气密性、静载
4	车门	传动机构	传动试验
5	受流器	受电弓	绝缘、升降弓时间测试、静态接触力

		三轨受流器	绝缘、静态接触力
6	牵引系统	高速断路器	绝缘、耐压、分断时间
		牵引逆变器	绝缘、介电强度、负载、效率、网压跳变、中断、
		牵引电动机	绝缘、耐压、负载、效率
		功率模块	几何检查、介电强度、换流
7	辅助电源系统	辅助变流器	绝缘、负载、效率、输出电压及频率
		充电机	绝缘、负载、效率、输出电压
8	控制系统	司机控制器	绝缘、功能
		中央控制单元	绝缘、保护功能、通信接口电气特性
		牵引控制单元	绝缘、耐压、保护功能、通信接口电气特性
		制动控制单元	绝缘、保护功能、通信接口电气特性
		辅助控制单元	绝缘、保护功能、通信接口电气特性
9	制动系统	空压机	绝缘、气密性、运转
		风缸	探伤、气密性
		基础制动单元	功能
10	空调系统	空调机组	绝缘、气密性、运转、制冷（热）量（抽查）

6.2 试验项目

6.2.1 几何检查

检查部件的外形几何尺寸、装配位置和间隙。

6.2.2 无损探伤检测

采用渗透检测、涡流探伤、超声波探伤和磁粉探伤等方法检查构件、拉杆、焊缝等的裂纹。

6.2.3 绝缘试验

绝缘试验主要是材料的电气绝缘性能测试，试验包含介电强度测试、绝缘电阻测试和耐压试验三方面的内容。

- a. 介电强度指材料抵抗电击穿能力的量度，是一种作为绝缘体时的电强度的量度。介电强度测试一般采用正弦波交流电，频率范围在40~65Hz内，通常采用50Hz的交流信号；
- b. 绝缘电阻就是绝缘材料在没有被击穿时的电阻值，绝缘电阻测试均采用直流电；
- c. 耐压试验根据相关技术条件的要求可以是交流电压，也可以是直流电压；

6.2.4 静态参数测试

静态参数测试是指电子电气系统和部件在静态（无载荷）条件下的电气参数测试，主要包含以下三个方面的内容。

- a. 辅助电源系统的电压和频率测试；
- b. 网络通信接口的电气特性，包括终端电阻值、终端电阻的电感、接插件的插入损耗测试等；
- c. 高速断路器的开断时间测试；

6.2.5 效率测试

效率是设备的输出功率与输入功率的比值，效率测试也就是设备本身损耗的测试。对大修后的设备进行效率测试可以发现设备内部因更换零部件造成的参数不匹配、连接端不紧固而增大了接触电阻等造成的过度损耗。

6.2.6 负载试验

负载试验是在规定的运行条件下，确定产品负载特性的试验。TSC的负载试验分为空载试验和额定运行条件下的负载试验。负载试验的载荷一般要求采用与正常运用时同样性质的载荷，也可以在特定的条件下采用模拟的载荷，但需要在试验报告中注明。

TSC的空载试验适用于牵引电动机，额定运行条件下的负载试验适用于牵引逆变器、牵引电动机、辅助逆变器和充电机。额定运行条件下负载试验采用抽样试验的方式，抽样比例由大修承担方与用户协商确定。

6.2.7 跑合试验

跑合试验是指机械设备在正式投入运行前，通过设备的运行使机械部件磨合并达到最佳配合状态，消除制造与装配中的微小缺陷，从而提升设备的稳定性和使用寿命。该试验所监测的参数也有助于确定和消除机械设备的故障和缺陷。

6.2.8 静态压缩试验

静态压缩试验是一种测定材料在轴向静压力作用下的力学性能试验。

6.2.9 气密性试验

气密性试验是用于检测设备的密封性能的测试方法。它主要用于确保密封设备、容器、管道等在正常工作条件下不会发生气体泄漏或压力损失。常见的气密性检测方法包括压力变化、质谱法、波动法和浸泡法等。其中，压力变化法是最常用的方法之一，它通过测量被测设备内部的气体压力变化来评估气密性能。

6.2.10 保护功能试验

设备的保护功能是指电气保护功能，不包括对自然条件侵蚀的保护。设备的电气保护主要有过压保护、过流保护、过载保护、温度保护、超速保护等。保护功能的试验主要依靠相关的仪器或装置传送对应的模拟信号给控制单元，从而使控制单元采取相应的保护措施。保护功能测试主要采用模拟保护信号输入的方法来验证保护动作的发生或报警信号的提示。

6.2.11 功能适应性试验

功能适应性试验主要是检测设备对于供电电压发生波动、跳变或短时中断具有应对电压跳变的策略，是否能够正确地实现对网压变化的应对策略。功能适应性试验采用抽样试验的方式，抽样比例由大修承担方与用户协商确定。

a. 网压波动试验是试验牵引逆变器和辅助电源系统在网压允许波动的范围内能否正常地工作，试验中至少取一个最高网压（DC 1800V或DC 900V）和一个最低网压（DC 1050V或DC 600V），建议在这个范围内可多取几个试验点。

b. 网压跳变试验是检验牵引逆变器和辅助电源在网压突变的条件下功能是否保持正常。网压跳变的幅值范围为额定电压的 $\pm 20\%$ 。

c. 网压中断试验是检验牵引逆变器和辅助电源在网压短时中断的条件下功能是否保持正常。短时中断的时间为20ms~200ms。

6.2.12 通信接口电气试验

通信接口电气试验是对接口装置（连接器）的电气性能和功能试验，主要测试连接器的终端电阻、终端电感、插入损耗和信号波形。

通信接口的电气试验也可以包括接收器行为测试，主要是测试通信信号在重载、轻载和闲置三种条件下的传输信号波形、幅值，不同阈值条件下的接收器行为，以及网络的传输周期、数据波形、数据的帧格式、数据的有效性等。但接收器行为测试需要在网络通信的条件下进行，因此依据GB/T 28029.1-2020标准构建具有一个主节点和至少二个从节点的网络系统环境是基本条件。

6.2.13 功能试验

功能试验包括车钩的连挂试验、车钩缓冲器的压缩试验、转向架减振器功能试验、基础制动单元功能试验、司机控制器功能试验和功率模块的换流试验。

6.2.14 挠度试验

车体的挠度试验是评估车体结构在静态载荷作用下抵抗变形能力的关键试验，在AW2、AW3的载荷工况下，测量车体关键部位的位移变形，验证结构刚度是否符合设计要求和安全标准。参考标准GB/T 7928-2003地铁车辆通用技术条件。

6.2.15 运转试验

运转试验是制动系统空气压缩机（活塞、螺杆）的地面运行试验和空调机组的地面运行试验，检测空压机和空调机组的运行状况。

6.2.16 受流器静态接触力测试

对受电弓是车辆处于静止状态时受电弓升在弓装置的作用下，测试受电弓弓头向上的作用力；
对三轨受流器是车辆处于静止状态时，测试集电靴与导电轨之间的静压力。

6.2.17 制冷量测试

制冷量测试是指空调或其他制冷设备在特定条件下，单位时间内从封闭空间内吸收的热量，并排放到外界环境中去。空调机组的制冷量测试方法有焓差法（实验室精密测试）、热平衡法（现场故障排查）、动态负荷测试（模拟实际工况）等。

7 试验方法

7.1 车体试验

7.1.1 牵引梁探伤试验

牵引梁探伤采用符合TB/T 1558.5要求的渗透检测法，并提交检测报告。

7.1.2 设备安装座探伤试验

设备安装座采用符合TB/T 1558.5要求的渗透检测法，并提交检测报告。

7.1.3 中央牵引装置探伤试验

中央牵引装置探伤可采用符合GB/T 18851.1规定的渗透检测法、GB/T 15822.1规定的磁粉探伤法和GB/T 26954涡流探伤法，并提交探伤报告。

7.1.4 挠度试验

挠度测点应布于枕梁两端、侧梁中央，试验依据TB/T 3550.1-2019的规定执行。

7.2 钩缓装置试验

7.2.1 车钩探伤检测

对车钩钩体焊接处，中间车钩拉环圆端面和环形焊缝，车钩钩舌板整体，车钩连接环整体进行无损检测，依据GB/T 15822.1 磁粉检测的规定执行。

7.2.2 车钩连挂试验

采用连挂试验台对全自动车钩、半自动车钩进行连挂试验，包括连挂、解钩功能，对中装置功能。

7.2.3 电气车钩绝缘检测

采用DC 500V兆欧表测量电气车钩相邻触头、触头与车钩壳体之间的绝缘电阻。

7.2.4 车钩缓冲器功能试验

缓冲器的功能试验依据TB/T 1961-2023中7.8静压试验的规定执行。

7.3 转向架试验

7.3.1 构架几何尺寸检查

以构架的加工基准面（如侧梁底面、中央牵引装置孔）为测量基准，使用专用工装或激光定位系统建立坐标系。测量工具为三坐标测量仪可用于高精度尺寸检测，可覆盖轴距、对角线、安装孔位置等；激光跟踪仪可快速扫描构架轮廓、检测整体变形；塞尺与直角尺可检查焊缝间隙、垂直度等局部尺寸；水平仪与百分表可测量横梁水平度、侧梁平行度。要求检查前需对构架表面进行清洁，去除油污、锈蚀，确保测量基准清晰；对于焊接构架，需重点检查焊缝区域的变形及尺寸稳定性，按图纸要求进行检查。

7.3.2 构架探伤

对至少包括构架主体、电机安装座、齿轮箱悬挂座、单元制动机安装座、牵引拉杆座、抗侧滚扭杆安装底座、构架横梁焊缝、一系悬挂座等在内的关键焊缝进行涡流或磁粉探伤。涡流探伤依据GB/T 26954的规定执行，磁粉探伤则依据GB/T 15822.1的规定执行。

7.3.3 轮对（齿轮箱）跑合试验

跑合试验采用轮对轴箱装置轴承跑合试验台。试验过程中检查是否有异响，齿轮箱和轴箱轴承是否有温升超标现象，试验结束后检查齿轮箱各密封部位是否漏油。

7.3.4 一系簧（钢簧）探伤

采用涡流探伤或磁粉检测方法执行，涡流探伤依据GB/T 11260-2008的规定执行，磁粉探伤依据TB/T 15822.1的规定执行。

7.3.5 一系簧（钢簧）高度试验

依据TB/T 2211-2018中8.2.1的规定执行。

7.3.6 一系簧（钢簧）静态刚度试验

依据TB/T 2211-2018中8.2.2的规定执行。

7.3.7 减振器探伤

对储油缸底部焊缝、活塞杆、防尘罩进行磁粉探伤，磁粉探伤依据GB/T 15822.1的规定执行。

7.3.8 减振器功能试验

减振器功能试验采用减振器试验设备测试减振器阻尼性能，依据TB/T 1491的规定执行。

7.3.9 转向架总成静压试验

在转向架静压试验台上对转向架总成进行静压试验。静压试验分为AW0下的试验和AW3下的试验。在AW0、AW3下的试验需要测量转向架两侧轴距、每个轮对的内侧距、单根轴重量、单个转向架重量值。

7.3.10 转向架气密性试验

对转向架总成进行气密性试验。转向架管路组装完毕后，用600~650kPa的压力空气对管路及构架气室（若有）进行气密性检测。

7.4 车门试验

7.4.1 车门传动机构跑合试验

车门传动机构跑合试验是对电动客车门的传动机构进行反复的开闭运动试验，试验时间（次数）由

试验承担方与用户双方协商确定。

7.5 受流器试验

7.5.1 受电弓绝缘检测

受电弓的底架绝缘子测试时应应对绝缘子表面检查,并用万用表或电阻仪测量受电弓整弓对地面绝缘电阻值和绝缘子的绝缘电阻值。

7.5.2 受电弓升降时间测试

试验宜在试验室进行,要求试验环境保持室温,光照及通风良好。试验室室内高度大于3米,具备AC 220V、DC 110V电源,且具备0-0.8MPa可调节气源。受电弓安装在性能试验台或者测量平台上并固定牢固,同时接通受电弓控制电源或可调节气源。要求受电弓上升或下降过程平稳,无有害冲击,同时记录升弓或降弓所需时间。

7.5.3 受电弓静态接触力测量

静态接触力测量一般可依据GB/T 21561.2-2018中7.3.1的规定执行;也可以使用受电弓性能试验台在一个持续的升降周期内连续进行接触力测量。

7.5.4 三轨受流器绝缘检测

集电装置的底架绝缘子测试宜在试验室进行,应对缘子表面检查,并用万用表或电阻仪测量受电弓整弓对地面绝缘电阻值和绝缘子的绝缘电阻值。

7.5.5 三轨受流器接触力的测量

接触力测量为集电装置的集电靴与导电轨在工作行程范围内接触时接触压力的精确测量。压力检测用压力传感器,安装在导电轨与集电靴接触部分,压力信号需要送入计算机和数字仪表。

7.6 高速断路器试验

7.6.1 高速断路器绝缘检测

使用DC 1000V兆欧表(DC 1500V或DC 750V系统)测量进线端、出线端对地的绝缘电阻值。

7.6.2 高速断路器耐压试验

验证断路器在直流电压下的绝缘能力。试验电压通常为额定电压的2倍(如3000V DC),持续时间10分钟。连接断路器与直流高压发生器,确保接地可靠。试验在合闸状态,测试相对地耐压,从零开始升压,电压可快速升至40%,剩余部分以每秒3%速度升压至目标值,达到电压后持续10分钟,记录泄漏电流值,试验结束后5秒内降至零电压并切断电源。

7.6.3 高速断路器分断时间测试

通过大电流发生器向主电路施加电流,缓慢调节至断路器整定值,记录脱扣电流值和时间,验证断路器在过流情况下的分断电流和分断时间。

7.7 牵引逆变器试验

7.7.1 牵引逆变器绝缘检测

依据GB/T 25122.1-2018中4.5.3.8的规定,使用不低于DC 500V的兆欧表测量主电路、辅助电路、控制电路的绝缘电阻,试验时接地电阻(如有)应断开。

7.7.2 牵引逆变器介电强度检测

依据GB/T 25122.1-2018中4.5.3.7的规定进行试验。如果采用的试验电压是工频,试验电压值应减至初始值的85%。

7.7.3 牵引逆变器负载试验

负载试验为额定运行条件下的负载试验，按照GB/T 25122.1-2018中4.5.3.10的规定进行试验。牵引逆变器在额定输入电压、额定输出电流时应能正常运行。负载可以使用指定的电机负载或者是可作为替代的负载（如电阻器和电感器）。主要仪器仪表：示波器、功率分析仪和波形记录仪。

7.7.4 牵引逆变器效率测试

牵引逆变器的效率测试在其负载试验过程中同时进行，通过测量牵引逆变器的电气输入功率和电气输出功率而计算获得。

7.7.5 网压跳变试验

依据GB/T 25122.1-2018中的4.5.3.20的规定进行试验。

7.7.6 网压中断试验

依据GB/T 25122.1-2018中的4.5.3.21的规定进行试验。

7.8 牵引电动机试验

7.8.1 牵引电动机绝缘检测

绝缘测试主要是定子绕组对机壳及绕组相互间绝缘电阻的测定。定子绕组与机壳绝缘电阻的测定依据GB/T 16318-2021中6.1的规定执行。定子绕组相互间绝缘电阻、温度传感器（若有）、速度传感器（若有）绝缘电阻依据GB/T 1032-2023中6.1的规定执行。

7.8.2 牵引电动机耐压试验

试验使用工频耐压仪。试验时应在定子绕组和机座之间施加试验电压，试验电压值应减至初始值的75%。且应在电动机处于热态时进行。试验电压应逐渐地施加上去，初始电压不应超过最终值的1/3，直至达到最终值。达到最终值后，应保持60秒。

7.8.3 牵引电动机负载试验

牵引电动机的空载试验为电动机运行时轴上无有效机械输出的试验，依据GB/T 16318-2021中11.3.2的相关规定执行。牵引电动机空载试验可以采用AC 380V、50Hz的电源；也可以用逆变器供电，在电动机的额定频率和额定输入电压下进行空载试验。

牵引电动机的负载试验为抽样试验，推荐采用GB/T 16318-2021中9.3.3的图10所示的反馈试验台方式进行试验。负载试验在牵引电动机输入额定电压及额定频率下依据GB/T 16318-2021中11.3.1的相关规定执行。

7.8.4 牵引电动机效率测试

效率测试与负载试验过程中同时进行，通过测量牵引电动机的电气输入功率和机械输出功率而得到。效率测试时转矩测量设备的准确度等级应不低于0.2级。测量的最小转矩值应不小于其标称转矩的10%，如果转矩测量设备具有更高的准确度，则允许转矩测量范围能相应扩大。

7.9 功率模块测试

7.9.1 功率模块的尺寸和公差检查

尺寸与公差用标准量具检验，依据GB/T 25122.1-2018中4.5.3.2对功率模块产品的外形、安装尺寸进行检查。

7.9.2 功率模块介电强度检测

依据GB/T 25122.1-2018中4.5.3.7的规定进行试验，主要仪器仪表为温湿度表、耐压测试仪，如果采用的试验电压是工频，试验电压值应减至初始值的85%。

7.9.3 功率模块换流试验

本试验验证IGBT器件能够在最恶劣工况下正常开通、关断。选取系统最大直流输入电压和最大瞬态电流工况，分别给功率模块的每个IGBT器件发送开关指令，使其开通、关断。按照GB/T 25122.1-2018中4.5.3.11的规定进行试验。主要仪器仪表：高压直流可调电源、脉冲宽度可调的双脉冲测试台、万用表、高压探头、柔性电流钳、电感负载。

7.10 辅助变流器试验

7.10.1 辅助变流器绝缘检测

依据GB/T 25122.1-2018中4.5.3.8的要求，使用不低于DC 500V的兆欧表测量主电路、辅助电路、控制电路的绝缘电阻，试验时接地电阻(如有)应断开。

7.10.2 辅助变流器负载试验

辅助变流器的负载试验在额定输入电压和额定容量的载荷下，依据GB/T 25122.1-2018中4.5.3.10的相关规定进行试验。直流输出的负载可以使用电阻器负载；交流输出可以使用指定的电动机负载或者是可作为替代的负载（如电阻器和电感器）。

7.10.3 辅助变流器效率测试

效率测试在负载试验过程中同时进行，通过测量辅助变流器的电气输入功率和输出功率而计算得到。

7.10.4 辅助电源输出电压、频率测试

输入额定电压后分别在静态和负载试验的情况下，测量交流输出的电压和频率，测量直流输出的电压及波纹因素（波纹系数），并计算偏差。

注：波纹系数（ γ ）表示直流电压中交流纹波成分的有效值与直流成分的比值。

7.11 充电机试验

7.11.1 充电机绝缘检测

按照GB/T 25122.1-2018中4.5.3.8的规定测量绝缘电阻。试验时接地电阻（如有）应断开。

7.11.2 充电机负载试验

负载试验在额定输入电压和额定容量的载荷下，按照GB/T 25122.1-2018中4.5.3.10的规定试验。

7.11.3 充电机效率测试

效率测试在负载试验过程中同时进行，通过测量辅助变流器的电气输入功率和输出功率而得到。

7.11.4 充电机输出电压测试

在额定输入电压和额定容量的载荷下，测量直流输出的电压及波纹因素。

7.12 司机控制器试验

7.12.1 司机控制器绝缘检测

按照GB/T 25119-2021中12.2.10.2的规定对司机控制器进行绝缘检测。

7.12.2 司机控制器功能试验

按照GB/T 25119-2021中12.2.3的规定对司机控制器进行功能试验。将司控器与专用试验台相连接，操作控制手柄、换向手柄和机械锁检查相应触头动作是否符合闭合表的要求，检测电位器输出电压。检测控制手柄在“牵引最大位”、“零位”、“制动最大位”时的输出电压值。司机控制器的种类、型号多有不同，功能各不相同，需要按照产品技术规格书中的要求进行试验。

7.13 控制系统试验

控制系统试验主要是对各控制单元的试验。本文件描述的控制单元为中央控制单元CCU、牵引控制单元TCU（驱动控制单元DCU与TCU具有相同的含义和功能）、制动控制单元BCU、辅助电源控制单元ACU，它们的试验内容基本相同，采用相同的试验方法。

7.13.1 控制单元绝缘检测

依据GB/T 25119-2021中12.2.10.2的规定对控制单元进行绝缘测试，主要仪器仪表：兆欧表。绝缘电阻在耐压试验后需要重新测试。

7.13.2 控制单元保护功能试验

按照GB/T 25119-2021中12.2.3的规定进行保护功能试验，验证保护功能符合控制单元功能要求，包括产品技术条件中的特殊要求和GB/T 25119-2021文件中的一般要求。主要仪器仪表：可调稳压恒流电源、数字万用表、数字示波器、任意波信号发生器。

7.13.3 网络通信接口电气特性试验

本文件中的网络通信接口电气特性试验主要是MVB网络中的EMD（Electrical Middle Distance）介质的接口特性试验，这个通信接口电气特性试验也适用于RS-485总线的电气接口。

网络通信接口电气特性测试至少包括终端电阻测试、终端电感测试、插入损耗测试、信号波形测量以及接收器行为测试，这些测试依据GB/T 28029.10-2020中的5.3.6试验方法进行。

7.13.4 控制单元耐压测试

耐压测试可以仅对牵引控制单元TCU进行。测试依据GB/T 25119-2021中12.2.10.3对控制单元进行耐压测试，主要仪器仪表为耐压试验仪。

7.14 制动系统试验

7.14.1 空压机绝缘检测

测量机组的绝缘电阻。

7.14.2 空压机气密性测试

充压至额定工作压力的1.1倍工况下，检查压缩机管路、接头和各连接部位及检测漏气，泄漏检测宜采用中性皂液。

7.14.3 空压机运转测试

试验方法依据TB/T 2711-2015的规定执行。

7.14.4 风缸无损检测

风缸无损检测依据TSG R7001的规定执行。

7.14.5 风缸气密性测试

气密性检测依据标准TB/T 1900-2016的规定执行。

7.14.6 基础制动单元功能测试

基础制动单元的功能试验需要采用专用的试验台，试验依据各方约定的规范执行。

7.15 空调系统试验

7.15.1 空调机组绝缘检测

绝缘电阻检测依据TB/T 1804-2017绝缘电阻试验规定执行。

7.15.2 空调机组密封性检测

空调机组密性检测依据TB/T 1804-2017制冷系统密封性试验的规定执行。

7.15.3 空调机组运转试验

空调机组运转测试依据TB/T 1804-2017运转试验规定执行。

7.15.4 空调机组制冷（热）量测试

空调机组制冷（热）量测试为同项目空调机组大修后的抽查试验，抽查比率由客户和大修承担方另行约定。试验方法依据TB/T 1804-2017附录B实施，试验依据TB/T 1804-2017额定制冷量和额定制热量试验规定执行。

8 试验评价

8.1 评价原则

TSC的试验评价遵循下列基本原则：

a. TSC的各项测试、试验评价原则上均需要遵循各个设备的技术要求规定，或者型式试验、例行试验的标准要求；

b. TSC是设备大修后的试验，因此可以采用低于技术要求或型式试验标准规定的偏差范围。上述试验对象在其全生命周期内基本上有二次大修即大修1和大修2，各个试验对象在每次大修后的评价标准不相同，可以由各个对象的试验大纲制定评价标准；

c. 运用部门也可以与大修部门根据技术要求和运用状态共同商量制定各项试验的评价标准。

8.2 评价方法

8.2.1 车体关键设备的评价方法

8.2.1.1 牵引梁

牵引梁探伤结果根据缺陷的位置、大小、深度进行评价。

8.2.1.2 设备安装座

探伤结果根据缺陷的位置、大小、深度进行评价。

8.2.1.3 中央牵引装置整体

探伤结果根据缺陷的位置、大小、深度进行评价。

8.2.1.4 车体总成

车体总成的挠度试验结果依据GB/T 7928-2003的要求评价。

8.2.2 钩缓装置关键设备的评价方法

8.2.2.1 车钩

探伤结果根据缺陷的位置、大小、深度进行评价。

8.2.2.2 车钩连挂

车钩连挂指示或反馈功能正常，能够手动分解。气密性检测泄漏量不超过0.01MPa/min。

8.2.2.3 电气车钩绝缘

电气车钩相邻触头、触头与车钩壳体之间的绝缘电阻 $\geq 20M\Omega$ 。

8.2.2.4 缓冲器

缓冲器在额定压力的压缩下观察是否出现塑性变形或泄漏，释放压力后，检查缓冲器是否能完全回

弹，残余变形量是否在规定的范围内，参照TB/T 1961-2023的规定。

8.2.3 转向架关键设备的评价方法

8.2.3.1 构架

a. 几何尺寸测量的轴距、对角线、安装孔位置、构架轮廓、整体变形、垂直度、横梁水平度、侧梁平行度、焊缝间隙等局部尺寸需要满足要求；对于焊接构架其焊缝区域的变形及尺寸稳定性均需要满足基本要求。

b. 构架各部分的探伤结果需根据缺陷的位置、大小、深度进行评价。

8.2.3.2 轮对（含齿轮箱）

轮对跑合试验过程中检查是否有异响，齿轮箱和轴箱轴承是否有温升超标现象，试验结束后检查齿轮箱各密封部位是否漏油。

8.2.3.3 一系簧（钢簧）

a. 一系簧探伤的结果根据缺陷的位置、大小、深度评价。

b. 高度在AW0自由状态和AW3状态下符合要求。

c. 静态刚度的评价要求为：AW0状态下轴向刚度不低于出厂刚度的5%。

8.2.3.4 减振器

a. 探伤结果根据缺陷的位置、大小、深度评价。

b. 功能实测阻尼力应在名义阻尼力的85%~115%范围内；阻尼不对称率 $\leq 15\%$ ；

8.2.3.5 转向架总成

a. 气密性要求在规定保压时间内，压力下降不得超过技术条件给出的标准。

b. 静载试验时，在AW0下要求同一转向架的两侧车轴距差值不得超标，每条轮对内侧距不得超标；测得单根轴重量值不得超标；单个转向架重量值不得超标。另外在AW0和AW3两种工况下测量各轮重和轴重，一个轮轴上的两个车轮之间的车轮载荷公差不得超标；一个转向架的两根轴的载荷公差不得超标。

8.2.4 车门系统关键设备的评价方法

8.2.4.1 传动机构

传动机构跑合试验要求试验过程中动作顺畅，无卡滞、无异响。

8.2.5 受流器的评价方法

8.2.5.1 受电弓

a. 绝缘电阻评价标准按照具体项目要求执行。

b. 升降弓时间测试评价标准按照具体项目要求执行。

c. 静态接触力范围按照GB/T 43790-2024中7.2的规定执行。

8.2.5.2 三轨受流器

a. 绝缘电阻的评价标准按照具体项目要求执行。

b. 接触力的测量评价标准按照GB/T 32589-2016中5.3的规定执行。

8.2.6 牵引系统关键设备的评价方法

8.2.6.1 高速断路器

a. 高速断路器输入、输出端的绝缘电阻 $\geq 100M\Omega$ 。

b. 耐压测量时的泄漏电流值应是稳定的，且泄露电流值小于规定值（如1mA）。

c. 分断时间因设备型号不同而有所差异，应依据该设备技术条件给出的数据评价。

8.2.6.2 牵引逆变器

a. 绝缘电阻符合GB/T 25122.1-2018中4.5.3.8的要求。

- b. 介电强度试验中当施加试验电压时应没有击穿或闪络现象，泄露电流符合试验规范要求值。
- c. 负载试验时牵引逆变器能够运行且无故障，所有需要检查的参数应在规定限值内。
- d. 效率试验测试的效率值不应低于95%。效率测试的结果可以作为设备老化程度的评估依据。
- e. 网压跳变试验时应能正常工作，不发生保护。
- f. 网压中断试验的时间内无设备损伤，网压恢复后能自动或手动恢复工作。

8.2.6.3 牵引电动机

- a. 牵引电动机定子绕组的绝缘电阻试验在冷态下不应低于 $100\text{M}\Omega \pm 5\%$ 。
- b. 耐压试验中无击穿、闪烁的现象。
- c. 负载试验中的电压、电流、频率均能达到给定负载的要求值，三相电流偏差值 $<10\%$ 。
- d. 效率试验中计算牵引电动机的损耗，该损耗不应超过规定特性曲线导出值的15%。

8.2.6.4 功率模块

- a. 尺寸和公差测试无偏差、无破损、紧固件无松动。
- b. 介电强度测试中施加试验电压时应没有击穿或闪络现象。
- c. 换流试验要求所有IGBT均能正常开通、关断且没有任何损伤。

8.2.7 辅助电源系统中关键设备的评价方法

8.2.7.1 辅助变流器

- a. 绝缘电阻符合GB/T 25122.1-2018中4.5.3.8的要求。
- b. 输出电压及频率测试中的交流输出电压为 $3 \times \text{AC}380\text{V}/220\text{V}$ ，电压偏差不大于 $\pm 5\%$ ；频率为 $50\text{Hz} \pm 1\%$ ，电压总谐波含量不大于5%，电压不平衡度不大于1%。

注：不平衡度 = $\frac{\text{最大线（相）电压} - \text{平均线（相）电压}}{\text{平均线（相）电压}} \times 100\%$

- c. 负载试验在额定输入电压、且按协商同意的输出电流时辅助变流器应能够正常运行，所有参数值应在规定限制内。
- d. 变流器效率不低于90%。

8.2.7.2 充电机

- a. 绝缘电阻符合GB/T 25122.1-2018中4.5.3.8的要求。
- b. 输出电压DC $110\text{V} \pm 1\%$ 。
- c. 负载试验时输出电压正常，精度满足技术条件要求。
- d. 充电机效率不低于90%。

8.2.7.3 司机控制器

- a. 绝缘电阻一般要求大于 $10\text{M}\Omega$ ，不同产品按照具体项目要求进行评价。
- b. 司机控制器各位置互锁功能正常。方式方向手柄处于零位时，牵引手柄不能移动；方式方向手柄和牵引手柄同时在零位时司机钥匙方可取出。其他功能评价参照具体项目要求执行。

8.2.8 控制系统中关键设备的评价方法

8.2.8.1 中央控制单元

- a. 绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$ ，多次测试的结果均不应降低。
- b. 保护功能试验过程中验证保护动作的发生或报警信号的提示。
- c. 通信接口电气特性试验中多功能车辆总线MVB的终端电阻、终端电感、插入损耗评价以及接收器行为的评价依据为GB/T 28029.10-2020中5.3.6各条款的要求。

8.2.8.2 牵引控制单元

- a. 绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$ ，多次测试的结果均不应降低。
- b. 耐压测试过程不产生击穿或闪烁。
- c. 保护功能试验过程中验证保护动作的发生或报警信号的提示。
- d. 通信接口电气特性试验中多功能车辆总线MVB的终端电阻、终端电感、插入损耗评价以及接收器行为的评价依据为GB/T 28029.10-2020中5.3.6各条款的要求。

8.2.8.3 制动控制单元

- a. 绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$ ，多次测试的结果均不应降低。
- b. 保护功能试验过程中验证保护动作的发生或报警信号的提示。

c. 通信接口电气特性试验中多功能车辆总线MVB的终端电阻、终端电感、插入损耗评价以及接收器行为的评价依据为GB/T 28029.10-2020中5.3.6各条款的要求。

8.2.8.4 辅助控制单元

a. 绝缘电阻 $\geq 10\text{M}\Omega$ ，多次测试的结果均不应降低。

b. 保护功能试验过程中验证保护动作的发生或报警信号的提示。

c. 通信接口电气特性试验中多功能车辆总线MVB的终端电阻、终端电感、插入损耗评价以及接收器行为的评价依据为GB/T 28029.10-2020中5.3.6各条款的要求。

8.2.9 制动系统关键设备的评价方法

8.2.9.1 空压机

a. 活塞空气压缩机组的绝缘检测应符合TB/T 2710.1-2015的相关要求；螺杆空气压缩机组的绝缘检测应符合TB/T 2710.2-2015的相关要求。

b. 气密性评价为检测压缩机管路、接头和各连接部位无损坏和无漏气。

c. 活塞空气压缩机组运转按TB/T 2710.1-2015出厂检验的要求进行评价；

d. 螺杆空气压缩机组运转按TB/T 2710.2-2015出厂检验的要求进行评价。

8.2.9.2 风缸

a. 按照TSG R7001的标准进行评价。

b. 气密性可按照TB/T 1900-2016的要求进行评价。

8.2.9.2 基础制动单元

功能试验由客户和大修承担方协商，依据技术条件的要求进行评价。

8.2.10 空调系统关键设备的评价方法

8.2.10.1 空调机组

a. 绝缘电阻按照TB/T 1804-2017中绝缘电阻的要求进行评价。

b. 气密性按照TB/T 1804-2017制冷系统密封性试验的要求进行评价。

c. 运转状况按照TB/T 1804-2017运转试验的要求进行评价。

d. 制冷量试验结果允许值的范围由客户和大修承担方另行约定。

附 录 A
(规范性/资料性)
车辆关键设备 TSC 试验一览表

表A.1 车辆关键设备TSC试验一览表

	车辆关键设备		几何检查	无损探伤	绝缘测试	耐压试验	介电测试	接触力测试	静态参数	静态压缩	功能试验	气密性试验	挠度试验	负载试验	效率试验	保护功能	网压跳变	网压中断	通信接口性能	制冷量测试	跑合试验	运转试验
1	车体	牵引梁		●																		
2		设备安装座		●																		
3		中央牵引装置		●																		
4		车体总成											●									
5	钩缓装置	车钩		●	●						●											
6		缓冲器									●											
7	转向架	构架	●	●																		
8		轮对（齿轮箱）																			●	
9		一系簧（钢簧）		●					●	●												
10		减振器		●							●											
11		转向架总成								●		●										
12	车门	传动机构																			●	

13	受 流 器	受电弓			●			●	●													
14		三轨受流器			●			●														
15	牵 引 系 统	高速断路器			●	●			●													
16		牵引逆变器			●		●						●	●		●	●					
17		牵引电动机			●	●							●	●								
18		功率模块	●				●				●											
19	辅 助	辅助变流器			●				●				●	●								
20		充电机			●				●				●	●								
21		司机控制器			●					●												
22	控 制	中央控制单元			●										●			●				
23		牵引控制单元			●	●									●			●				
24		制动控制单元			●										●			●				
25		辅助控制单元			●										●			●				
26	制 动	空压机			●						●											●
27		风缸		●							●											
28		基础制动单元								●												
29	空 调	空调机组			●						●								●			●
	小计		2	8	15	3	2	2	5	2	6	4	1	4	4	4	1	1	4	1	2	2

附 录 B
(规范性/资料性)

车辆关键设备 TSC 试验方法与评价方法对照表

表 B.1 车辆关键设备 TSC 试验方法与评价方法对照表

	部件	试验项目	试验方法	评价方法
1	牵引梁	无损探伤	TB/T 1558.5 要求的渗透检测法	缺陷的位置、大小、深度进行评价
2	设备安装座	无损探伤	TB/T 1558.5 要求的渗透检测法	缺陷的位置、大小、深度进行评价
3	中心销整体	无损探伤	GB/T 18851.1 要求的渗透检测法	缺陷的位置、大小、深度进行评价
4	车体总成	挠度试验	TB/T 3550.1-2019 的试验方法	依据 GB/T 7928-2003 的要求评价
5	车钩	无损探伤	GB/T 15822.1 磁粉检测方法	缺陷的位置、大小、深度进行评价
		绝缘检测	相邻触头、触头与车钩壳体之间的绝缘电阻	绝缘电阻 $\geq 20\text{M}\Omega$
		连挂功能试验	连挂试验，包括连挂、解钩功能，对中装置功能	连挂指示或反馈功能正常，能够手动分解。
6	缓冲器	功能试验	依据 TB/T 1961-2023 中 7.8 中的要求	参照 TB/T 1961-2023 的规定
7	构架	几何检查	依据 TB/T 3395-2015	变形及尺寸稳定性满足基本要求；
		无损探伤	磁粉探伤依据 GB/T 15822.1	根据缺陷的位置、大小、深度；
8	轮对含齿轮箱	跑合试验	采用轮对轴箱装置轴承跑合试验台	检查是否有异响，齿轮箱和轴箱轴承是否有温升超标现象，检查齿轮箱各密封部位是否漏油；
9	一系簧（钢簧）	无损探伤	涡流探伤依据 GB/T 11260-2008	根据缺陷的位置、大小、深度；
		静态刚度试验	依据 TB/T 2211-2018 中 8.2.2 的要求进行	AW0 状态下轴向刚度不低于出厂刚度的 5%
		高度试验	依据 TB/T 2211-2018 中 8.2.1 进行	高度在 AW0 自由状态和 AW3 状态下符合要求
10	减振器	无损探伤	磁粉探伤符合 GB/T 15822.1	据缺陷的位置、大小、深度
		功能试验	采用减振器示功机（阻尼力测试台）测试减振器阻尼力	在名义阻尼力的 85%~115%范围内，阻尼不对称率 $\leq 15\%$
11	转向架总成	静态压缩	在转向架静压试验台上对转向架总成进行静压试验，静压试验分为 AW0 和 AW3 的试验	轴距差值、内侧距、单根轴重量值、转向架重量值、轮重和轴重、车轮载荷公差、轴载荷公差不超标
		气密性试验	用 600~650 kPa 的压力空气对管路和空簧进行气密性检测	在规定保压时间内，压力下降不得超过技术条件给出的标准

12	车门传动机构	跑合试验	车门的传动机构进行反复的开闭运动	过程中动作顺畅，无卡滞、无异响
13	受电弓	绝缘试验	测量受电弓整弓对地面绝缘电阻值和绝缘子的绝缘电阻值	绝缘电阻标准按照具体项目要求执行
		升降弓时间测试	受电弓上升或下降过程平稳、记录升弓或降弓所需时间	升降弓时间测试评价标准按照具体项目要求
		接触力测试	依据 GB/T 21561.2-2018 中 7.3.1 的规定执行；也可以使用受电弓性能试验台在一个持续的升降周期内连续进行接触力测量	静态接触力范围按照 GB/T 43790-2024 中 7.2 的规定执行。
14	三轨受流器	绝缘试验	测量受电弓整弓对地面绝缘电阻值和绝缘子的绝缘电阻值	绝缘电阻的评价标准按照具体项目要求执行
		接触力测试	测量集电装置的集电靴与导电轨在工作行程范围内接触时的接触压力值	评价标准按照 GB/T 32589-2016 中 5.3 的规定执行
15	高速断路器	绝缘试验	测量进线端、出线端对地的绝缘电阻	输入、输出端的绝缘电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$
		耐压试验	试验电压通常为额定电压的 2 倍，持续时间 10 分钟	泄漏电流值稳定，且泄露电流值小于规定值
		分断时间测试	通过大电流发生器向主电路施加电流，缓慢调节至断路器整定值，记录脱扣电流值和时间	依据该设备技术条件给出的数据评价
16	牵引逆变器	绝缘检测	依据 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.8 的规定，使用不低于 DC 500V 的兆欧表测量主电路、辅助电路、控制电路的绝缘电阻，试验时接地电阻(如有)应断开	绝缘电阻符合 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.8 的要求
		介电强度检测	依据 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.7 的规定进行，如果试验电压是工频，试验电压值应减至初始值的 85%	测试过程中没有击穿或闪络现象，泄露电流符合试验规范要求值
		负载试验	按照 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.10 的规定进行。牵引逆变器在额定输入电压、额定输出电流时应能正常运行	牵引逆变器能够运行且无故障，所有需要检查的参数应在规定限值内
		效率测试	在负载试验过程中测量电气输入功率和电气输出功率计算效率	效率值不应低于 95%
		网压跳变试验	依据 GB/T 25122.1-2018 中的 4.5.3.20 的规定进行	网压跳变试验时应能正常工作，不发生保护
		网压中断试验	依据 GB/T 25122.1-2018 中的 4.5.3.21 的规定进行	网压中断试验的时间内无设备损伤，网压恢复后能自动或手动恢复工作
17	牵引电动机	绝缘检测	定子绕组与机壳绝缘电阻的测定依据 GB/T 16318 中 6.1 的规定进行，定子绕组间、温度传感器、速度传感器绝缘电阻依据 GB/T 1032-2023 中 6.1 的规定进行	定子绕组的绝缘电阻试验在冷态下不应低于 $100\text{M}\Omega \pm 5\%$
		耐压试验	使用工频耐压仪	试验中无击穿、闪烁的现象

		负载试验	空载试验依据 GB/ T16318-2021 中 11.3.2 的规定执行,也可以用逆变器供电在额定频率和额定输入电压下进行; 负载试验在牵引电动机输入额定电压及额定频率下依据 GB/T 16318-2021 中 11.3.1 的相关规定执行	电压、电流、频率均能达到给定负载的要求值,三相电流偏差值<10%
		效率测试	测量牵引电动机的电气输入功率和机械输出功率	牵引电动机的损耗不应超过规定特性曲线导出值的 15%
18	功率模块	几何检查	依据 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.2 的规定进行	无偏差、无破损、紧固件无松动
		介电强度检测	依据 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.7 的规定进行	测试中施加试验电压时应没有击穿或闪络现象
		换流功能试验	按照 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.11 的规范进行	所有 IGBT 均能正常开通、关断且没有任何损伤
19	辅助变流器	绝缘试验	按照 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.8 的规定测量主电路、控制电路对地以及主电路对控制电路之间的绝缘电阻值	绝缘电阻符合 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.8 的要求
		负载试验	在额定输入电压和额定容量的载荷下,依据 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.10 的相关规定进行	能够正常运行,所有参数值应在规定限制内
		效率试验	在负载试验过程中测量辅助变流器的电气输入功率和输出功率	变流器效率不低于 90%
		静态参数测试	输入额定电压后分别在静态和负载试验的情况下,测量交流输出的电压和频率,测量直流输出的电压及波纹因素(波纹系数),并计算偏差	电压偏差不大于±5%;频率 50Hz±1%,电压总谐波含量不大于 5%,电压不平衡度不大于 1%
20	充电机	绝缘试验	按照 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.8 规定的测量绝缘电阻	绝缘电阻符合 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.8 的要求
		负载试验	在额定输入电压和额定容量的载荷下,按照 GB/T 25122.1-2018 中 4.5.3.10 的规定试验	输出电压正常,精度满足技术条件要求
		效率试验	在负载试验过程中测量辅助变流器的电气输入功率和输出功率	充电机效率不低于 90%
		输出电压测试	在额定输入电压和额定容量的载荷下,测量直流输出的电压及波纹因素	输出电压 DC 110V±1%
21	司机控制器	绝缘试验	按照 GB/T 25119-2021 中 12.2.10.2 对司机控制器进行	按照具体项目要求进行评价,一般大于 10MΩ
		功能试验	按照 GB/T 25119-2021 中 12.2.3 对司机控制器进行	各位置互锁功能正常,其他功能评价参照具体项目要求执行
22	中央控制单元	绝缘试验	依据 GB/T 25119-2021 中 12.2.10.2	绝缘电阻≥10MΩ
		保护功能	按照 GB/T 25119-2021 中 12.2.3 进行	保护动作的发生或报警信号的提示

		通信接口性能	依据 GB/T 28029.10-2020 中的 5.3.6 试验方法进行	依据为 GB/T28029.10-2020 中 5.3.6 各条款的要求
23	牵引控制单元	绝缘试验	依据 GB/T 25119-2021 中 12.2.10.2	绝缘电阻 $\geq 10M\Omega$
		耐压测试	据 GB/T 25119-2021 中 12.2.10.3 进行	不产生击穿或闪烁
		保护功能	按照 GB/T 25119-2021 中 12.2.3 进行	保护动作的发生或报警信号的提示
		通信接口性能	依据 GB/T 28029.10-2020 中的 5.3.6 试验方法进行	依据为 GB/T 28029.10-2020 中 5.3.6 各条款的要求
24	制动控制单元	绝缘试验	依据 GB/T 25119-2021 中 12.2.10.2	绝缘电阻 $\geq 10M\Omega$
		保护功能	按照 GB/T 25119-2021 中 12.2.3 进行	保护动作的发生或报警信号的提示
		通信接口性能	依据 GB/T 28029.10-2020 中的 5.3.6 试验方法进行	依据为 GB/T 28029.10-2020 中 5.3.6 各条款的要求
25	辅助控制单元	绝缘试验	依据 GB/T 25119-2021 中 12.2.10.2	绝缘电阻 $\geq 10M\Omega$
		保护功能	按照 GB/T 25119-2021 中 12.2.3 进行	保护动作的发生或报警信号的提示
		通信接口性能	依据 GB/T 28029.10-2020 中的 5.3.6 试验方法进行	依据为 GB/T 28029.10-2020 中 5.3.6 各条款的要求
26	空压机	绝缘试验	测量机组的绝缘电阻	活塞压缩机组符合 TB/T 2710.1-2015 螺杆压缩机组符合 TB/T 2710.2-2015
		气密性试验	充压至额定压力的 1.1 倍, 检查压缩机管路、接头和各连接部位及检测漏气	压缩机管路、接头和各连接部位无损坏和无漏气
		运转试验	依据 TB/T 2711-2015 的要求进行	活塞压缩机符合 TB/T 2710.1-2015 螺杆压缩机符合 TB/T 2710.2-2015
27	风缸	无损探伤	依据 TSG R7001 的要求进行	根据缺陷的位置、大小评价
		气密性试验	依据标准 TB/T 1900-2016 的要求执行	按照 TB/T 1900-2016 的要求进行评价
28	基础制动单元	功能试验	采用专用的试验台, 试验依据各方约定的规范	依据技术条件的要求进行评价
29	空调机组	绝缘检测	依据 TB/T 1804-2017 要求进行	按照 TB/T 1804-2017 中要求进行评价
		密封性检测	依据 TB/T 1804-2017 制冷系统密封性试验的要求进行	按照 TB/T 1804-2017 制冷系统密封性试验的要求进行评价
		运转试验	依据 TB/T 1804-2017 运转试验进行	按照 TB/T 1804-2017 试验的要求评价
		制冷量测试	试验方法依据 TB/T 1804-2017 附录 B 实施, 试验依据 TB/T 1804-2017 额定制冷量试验要求进行	试验结果允许值的范围由客户和大修承担方另行约定

参 考 文 献

1. 交运规【2024】9号 城市轨道交通设施设备运行维护管理办法
2. T/CAMET 04001-2018 轻型跨坐式单轨交通设计导则
3. T/CAMET 04002.1-2018 城市轨道交通电动客车牵引系统第1部分：牵引逆变器技术规范
4. T/CAMET 04002.2-2018 城市轨道交通电动客车牵引系统第2部分：辅助变流器技术规范
5. T/CAMET 04002.3-2018 城市轨道交通电动客车牵引系统第3部分充电机技术规范；
6. T/CAMET 04002.4-2018 城市轨道交通电动客车牵引系统第4部分：异步牵引电动机技术规范
7. T/CAMET 04002.5-2018 市轨道交通电动客车牵引系统第5部分：牵引系统组合试验
8. T/CAMET 04003-2018 城市轨道交通电动客车列车控制与诊断系统技术规范
9. T/CAMET 04004.1-2018 城市轨道交通车辆制动系统第1部分：电空制动系统通用技术规范
10. T/CAMET 04004.2-2018 城市轨道交通车辆制动系统第2部分：电空制动系统装车后的试验规则
11. T/CAMET 04004.3-2018 城市轨道交通车辆制动系统第3部分：空气制动防滑系统技术规范
12. T/CAMET 04004.4-2018 城市轨道交通车辆制动系统第4部分：制动控制单元技术规范
13. T/CAMET 04004.5-2018 城市轨道交通车辆制动系统第5部分：风源装置技术规范
14. T/CAMET 04004.6-2018 城市轨道交通车辆制动系统第6部分：制动盘技术规范
15. T/CAMET 04004.7-2018 城市轨道交通车辆制动系统第7部分：制动夹钳单元技术规范
16. T/CAMET 04004.8-2018 城市轨道交通车辆制动系统第8部分：踏面制动控制单元技术规范
17. IEC 61133:2016 Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service