

T/CES

团 体 标 准

T/CES XXXX—XXXX

地铁牵引电机检修操作规范

Operation specification for maintenance of subway traction motor

（征求意见稿）

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

中国电工技术学会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 1

5 操作前准备 2

6 操作流程 3

7 特殊检修要求 4

8 安全操作 4

附录 A（资料性） 检修记录表..... 6

附录 B（资料性） 牵引电机检修操作流程..... 7

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。

本文件由安徽中车浦镇城轨交通运维科技有限公司提出。

本文件由中国电工技术学会归口。

本文件起草单位：安徽中车浦镇城轨交通运维科技有限公司、中车南京浦镇车辆有限公司、杭州中车车辆有限公司、合肥中车轨道交通车辆有限公司、杭州中车地铁装备维保有限公司、苏州中车轨道交通车辆有限公司、徐州中车轨道装备有限公司、西南交通大学。

本文件主要起草人：朱新荣、赵迪、涂有豪、刘涛、王振、陶倩、吕红强、施晓芳。

本文件为首次发布。

地铁牵引电机检修操作规范

1 范围

本文件规定了地铁牵引电机检修的基本规定、操作前准备、操作流程、特殊检修要求和安全操作。本文件适用于地铁牵引电机检修作业。

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 2894 安全色和安全标志

GB/T 2900.25 电工术语 旋转电机

GB/T 2900.36 电工术语 电力牵引

GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

3 术语和定义

GB/T 2900.25、GB/T 2900.36 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地铁牵引电机 subway traction motor

用于将电能转化为机械能，驱动地铁车辆车轮运转，从而实现地铁车辆的牵引、加速、匀速行驶及制动等运行状态的电机。

3.2

地铁牵引电机检修设备 subway traction motor maintenance equipment

专门用于检修地铁牵引电机的设备。

3.3

联轴节 coupling

联接两轴或轴与回转件，在传递运动和动力过程中一同回转，在正常情况下不脱开的一种装置。

4 基本规定

4.1 地铁牵引电机检修应编制检修方案，制定技术措施、组织措施和安全措施。

4.2 检修过程宜参考附录 A 填写检修记录表，由主管人员签字确认，确保操作可追溯。

4.3 检修设备应能实现牵引电机拆解、清洗、检测、组装、试验等检修作业全过程覆盖，检修设备电气安全、接地防护应符合 GB/T 5226.1 的规定，防爆要求应符合 GB/T 3836.1 的规定。

4.4 各操作区检修设备应齐全，具备过载、短路等保护功能，设有安全防护装置，安全防护标志应符合 GB 2894 的规定；检修设备应设置紧急切断开关，在紧急情况下应能停止运转。

- 4.5 操作人员应掌握地铁牵引电机检修操作相关的基础知识,能应急解决操作过程中可能出现的问题。
- 4.6 操作人员应取得相应资质并经过培训,考试合格后持证上岗;特种作业操作人员应持特种作业操作证。
- 4.7 操作过程中操作人员应正确穿戴安全帽、工作服、护目镜、防护手套、绝缘鞋等劳保防护用品。
- 4.8 操作过程中操作人员应沟通顺畅,非操作人员不应进入检修作业场所。若有参观、施工等外来人员需要进入检修作业区,应经审批,佩戴访客证,由专人陪同。
- 4.9 有下列情况之一的人员不应参加检修作业:
- 孕妇、未成年和不具备完全行为能力的;
 - 酒后或服用国家管制的精神药品和麻醉药品的;
 - 患有妨碍操作的疾病或疲劳的。
- 4.10 操作人员操作过程中若出现身体不适,应立即停止检修作业,撤离至安全区域,必要时及时就医。
- 4.11 检修作业场所应宽敞、通风良好、远离火源。
- 4.12 检修作业场所应配有灭火设备,应至少同时配置 2 具规格 4 kg 的磷酸铵盐干粉灭火器、1 具规格 2 kg 的二氧化碳灭火器、1 套防火毯。高压测试区应配置专用大容量灭火设备,如高压细水雾灭火系统、高压二氧化碳灭火系统等。
- 4.13 检修作业区域不应违规动火,操作人员不应携带火种或在检修作业区域吸烟。
- 4.14 检修作业区域内物料应按规定位置摆放,不应堵住安全通道、消防设施和配电设施等。危化品应按化学品安全技术说明书进行摆放和处理。
- 4.15 检修作业完成后,应清理全部杂物。检修过程中产生的危险废物应分类放入专用危废桶,标注危废类别、产生日期,存放在危废间,并由有资质单位定期清运。
- 4.16 在检修过程中发现事故隐患或者其他不安全因素时,应立即向运营使用单位有关负责人报告并采取应急措施。
- 4.17 应根据牵引电机制造厂维护手册要求的维修周期对牵引电机进行检修,检修周期参考如下:
- a) 列检:不超过 2 周;
 - b) 月检:不超过 3 个月;
 - c) 定检:每 1 年或 15 万公里,先到为准;
 - d) 架修:每 6 年或 80 万公里,先到为准;
 - e) 全面检查(大修):每 12 年或 160 万公里,先到为准。

5 操作前准备

- 5.1 使用检修设备前,应仔细阅读使用说明书,熟悉掌握使用说明书中安全操作和危险部位安全标志所提示的内容。
- 5.2 检修作业前,操作人员应充分了解并掌握牵引电机的结构和工作原理,熟悉牵引电机的接线图、仪表及开关设备的位置和功能。
- 5.3 检修作业前,操作人员应确认检修设备内部及辅助设备没有可能引起意外事故的人和物,以及其他不安全的因素。
- 5.4 检修作业前,操作人员应检查检修设备状态,确认电缆无破损,各电气元器件外观及性能正常。
- 5.5 检修作业前应确认检修方案已通过审批,并完成开工审核、安全交底、工艺交底和质量交底工作,确认工艺文件或作业指导书、图纸等技术资料是最新版本。

- 5.6 检修作业前应检查并确认所需工具齐全完好、无损坏，仪器处于计量有效期内，若发现存在问题，应及时更换。
- 5.7 检修作业前应清理检修区域杂物，确保通道畅通、无障碍物，并设置安全警示标识。
- 5.8 检修作业前应检查并确认作业区域内没有积水、油等洒落在地面，如有应立即擦除。
- 5.9 检修作业前应检查并确认作业区域地面平整、无障碍物堆积。

6 操作流程

6.1 流程图

地铁牵引电机检修操作流程包括入场检查、电机分解、配件修理、电机组装、出厂试验、竣工整理，操作流程图见附录 B。

6.2 入场检查

对牵引电机进行以下检查：

- 检查牵引电机整体状态，确保牵引电机无损坏、变形、裂纹，外部油漆无剥离、脱落、变色；
- 检查温度传感器电缆和插头连接器，使用测试台测量温度传感器接线排 AB 间阻值和 CD 间阻值，根据 PT100 换算表换算温度传感器显示温度，确保与环境温度差值不超过 2℃；
- 检查电机转动情况；
- 拆卸前对牵引电机进行冷态电阻测试、绝缘电阻测试，使用绝缘电阻测试仪 1 000 V 档位测量线圈引出线对外壳的绝缘阻值，测量时间 1 min，阻值大于 5 MΩ。

6.3 电机分解

对牵引电机进行整机分解，包括：

- 分离联轴节、定子、转子：
 - 联轴节退卸：联轴节退卸压装机上设置对应的参数，主泵的压力设置为 180 MPa～200 MPa，先从最低值施加主泵压力，若无法完全退卸联轴节，每次增加 20 MPa 压力值，最大为 200 MPa，
 - 定转子分离：操作定转子分离机，待机器侧边定位螺杆插入电机侧边安装孔后，检查并确认螺杆与安装孔配合正确，缓慢抬起电机，边抬边观察电机轴与机器间隙，防止刮蹭电机轴，操作机器使液压杆顶住电机轴，进行定转子分离；
- 拆卸端盖、轴承端盖、迷宫环和挡油盘。

6.4 配件修理

6.4.1 定子修理

- 6.4.1.1 使用高压风蒸汽将定子内外表面的灰尘吹扫干净。
- 6.4.1.2 在部件检修区对吊装固定部位进行脱漆无损检测。
- 6.4.1.3 测量定子绕组冷态直流电阻、对地绝缘阻值、匝间耐压。

6.4.2 转子修理

- 6.4.2.1 清理转子表面、转子铁心通风孔等处的灰尘，并将污垢擦除干净。

6.4.2.2 对转子进行磁粉探伤检查。

6.4.2.3 对转子做动平衡，平衡块应安装牢固、可靠。

6.4.3 其他配件修理

对其他配件进行以下检查：

——检查并确认配件清洁、无异物，安装面无损伤、裂纹及变形，所有螺孔完好；

——检查并确认传感器及插座端不存在损坏、缩针等缺陷；

——检查并确认电缆及护套不存在损坏、松动、脱落等现象。

6.5 电机组装

6.5.1 完成定子、转子及两端端盖原装原配。使用工艺螺栓在非驱动端将非驱动端端盖与定转子合装机连接，对端盖进行角度定位。在定转子合装机操作屏上选择对应电机合装程序，使牵引电机合装机执行合装程序，直至定子端盖止口与转子端盖止口接触。

6.5.2 均匀填充润滑脂，手扳动转轴的轴端，确保转动顺畅，无阻滞、无松动。

6.5.3 测量轴承绝缘电阻。

6.6 出厂试验

6.6.1 使用微欧计测量三相绕组值、定子绕组对地绝缘阻值。

6.6.2 牵引电机通电后，其转向应符合设计规定的转向；逐步升高转速至额定速率进行磨合试验。牵引电机驱动端和非驱动端轴向、垂向和横向振动速度均不应超过规定值；温升应符合要求。

6.7 竣工整理

6.7.1 对损坏的面漆进行表面处理，使颜色、光泽度、厚度符合原设计要求。

6.7.2 转及吊挂面涂抹防锈油，使用保鲜膜对轴头包裹后套入防护套防护。

6.7.3 电缆线及电连接器头使用气垫膜包扎防护，并固定在牵引电机上。

7 特殊检修要求

7.1 异步牵引电机应检查转子的转子条与端环是否有裂纹、松动、过热变色或断裂。

7.2 异步牵引电机应检查速度传感器的波形输出、安装状态，并对其进行出厂试验。

7.3 异步牵引电机应进行空载试验、堵转试验。

7.4 永磁同步牵引电机转子分解后应检查磁性，避免对外电磁辐射与干扰，防止工具、铁屑等被吸附。

7.5 永磁同步牵引电机应对旋转变压器进行绝缘性能测试，检查并确认旋转变压器与电机零位角度。

7.6 永磁同步牵引电机应进行空载反电势试验、稳态短路试验。

7.7 直流牵引电机应检查电刷的磨损量、压力，定期更换并研磨。

7.8 直流牵引电机应对换向器进行表面清洁，检查换向器的光洁度/氧化膜、径向跳动量、直径磨损极限、云母片下刻，换向器出现严重烧伤、沟槽或失圆时应进行车削或研磨。

7.9 直流牵引电机应检查刷握的间隙、平行度、弹簧弹性。

7.10 直流牵引电机应进行环向相关的试验与检查，包括换向试验、电刷中性线测定、正反转磨合等。

8 安全操作

- 8.1 应将牵引电机牢固地固定在检修设备上，防止在检修过程中牵引电机发生移动或晃动，影响检修工作的正常进行。
- 8.2 应严格按照检修方案进行检修作业，在操作过程中，应观察检修设备的运行状态，如有异常情况，应立即停机检查。
- 8.3 不应在通电后触摸检修设备的各带电元器件，不应湿手进行操作。
- 8.4 应确保检修设备的各个控制设备在所有工作方式下均可控。
- 8.5 在打开的带有静电敏感器件的柜（箱）工作之前，操作人员应先放掉身上的静电并采用静电放电敏感器件保护装置。
- 8.6 在拆解牵引电机的过程中，应确保定子、转子、轴承等主要部件完整无损坏。
- 8.7 拆卸联轴节、轴承等部件时，不应锤击或强行撬拆，防止部件变形或飞溅。
- 8.8 联轴节退卸、压装过程中，周围应做好安全防护措施。
- 8.9 吊装作业过程中，应使用承重合格的吊具，检查吊点平衡，吊装区域下方不应站人。
- 8.10 牵引电机运输防护过程中，牵引电机的摆放方向应与货车行进方向保持垂直；装车环节应采用绑带等专用固定部件进行加固，并充分考虑整体重心平衡。运输过程中应避免急刹车，减少频繁加减速以保持车速稳定，防止牵引电机轴承因冲击或振动受损。
- 8.11 检修作业过程中若遇到牵引电机高速空转等情况，应立即按下检修设备急停按钮并切断电源。
- 8.12 检修作业过程中使用高压风蒸汽机进行吹扫时应符合以下要求：
- 缓慢加热，使蒸汽稳定排除；
 - 严禁超压运行；
 - 当压力达到设定值时，自动泄压；
 - 若安全阀失效，立即切断电源。
- 8.13 浸漆区作业应符合以下要求。
- 输漆时利用真空压差缓慢注入，避免超量注漆。若压力骤降立即泄压排查泄漏，不准许带漏作业。
 - 泄压时缓慢开启泄压阀，避免压力骤降导致漆液产生气泡。回漆时先确认贮漆罐液位，再开启回漆阀，避免漆液溢出贮漆罐。
 - 操作人员配戴防毒面具，宜每 2 h 轮换 1 次，轮换后到通风良好区域休息 15 min，避免挥发性有机物累积中毒。
 - 烘干固化时，先检查并确认烘干箱内无易燃易爆物，关闭箱门前确认门密封完好。烘干温度按工艺控制，宜每 1 h 检查 1 次温度，若超温则立即切断加热源并通风降温。烘干过程中禁止打开箱门，如需取样应先降温至 60 ℃ 以下，且开启箱门时站在侧面，取样后立即关闭箱门。
- 8.14 检修过程中浸漆区若发生漆液泄漏，应立即启动防爆通风，用吸附棉覆盖泄漏区域，不准许直接用水冲洗；若出现漆液管道堵塞，应使用专业稀释剂冲洗管道，并定期检查，避免残漆固化堆积。

附 录 A
(资料性)
检修记录表

检修记录表见表 A.1。

表A.1 检修记录表

电机编号	
电机所属地铁编号	
检修类别	☐ 列检 ☐ 月检 ☐ 定检 ☐ 架修 ☐ 大修
检修时间	
检修内容	
测试试验数据	
检修结论	
备注	
检修人员（签字）： _____ 日期： 年 月 日	
主管人员（签字）： _____ 日期： 年 月 日	

附 录 B
(资料性)
牵引电机检修操作流程

牵引电机检修操作流程见图 B. 1。

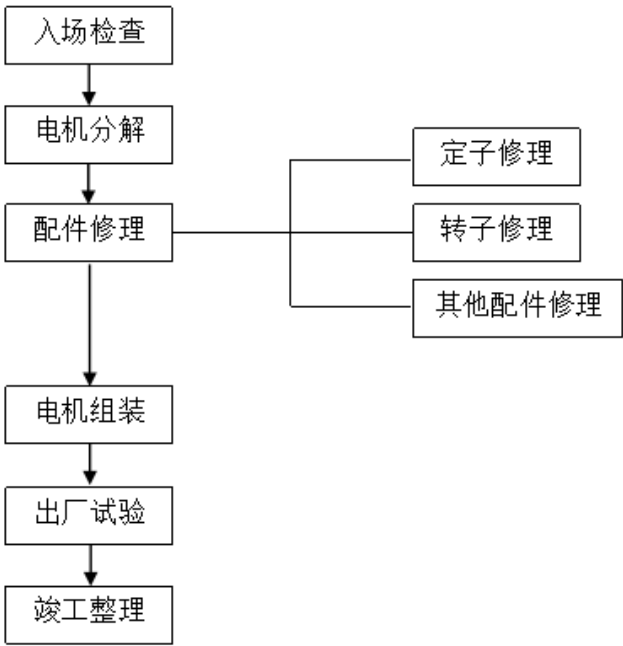


图 B. 1 牵引电机检修操作流程