

DB43

湖 南 省 地 方 标 准

DB 43/T XXXXX—XXXX

城市轨道交通
机车车辆牵引电机激光清洗机技术要求

Urban rail transit – Technical requirement of laser cleaning machine for
traction motor of rolling stock

（报批稿）

（本稿完成时间：2022.6）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

湖南省市场监督管理局 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 使用条件..... 2

5 系统构成..... 3

 5.1 系统概述..... 3

 5.2 激光系统..... 3

 5.3 机械结构系统..... 3

 5.4 除尘系统..... 3

 5.5 电气控制系统..... 3

 5.6 附属设备..... 4

6 技术要求..... 4

 6.1 基本要求..... 4

 6.2 激光清洗..... 4

 6.3 IP 防护等级..... 4

 6.4 控制系统..... 4

 6.5 安全防护..... 5

 6.6 安装..... 5

附录 A（资料性）激光表面清洗工艺参数.....6

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。

本文件由湖南省工业和信息化厅提出。

本文件由湖南省新型城市轨道交通标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：株洲国创轨道科技有限公司、湖南联诚轨道装备有限公司、中车株洲电机有限公司、武汉翔明激光技术有限公司、华中科技大学。

本文件主要起草人：马明明、李林、杨颖、王甫燕、王春明、王杰、肖黎亚、蒋平、陈国瑞、杨帆、叶晨、廖宁宁、林敏、罗彭澎、方昕、谭玉、张强群、刘清、蒋强魁、周金武、谭渊泉、吴广辉、刘一福、李琼、邢少华、曹蒙、陈超玉。

城市轨道交通 机车车辆牵引电机激光清洗机技术要求

1 范围

本文件规定了城市轨道交通机车车辆牵引电机激光清洗机的系统构成、使用条件、技术要求等。

本文件适用于城市轨道交通机车车辆牵引电机激光清洗机（以下简称“激光清洗机”）。其他轨道交通车辆牵引电机激光清洗机可参照执行。

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 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 3138 金属及其他无机覆盖层 表面处理 术语

GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求

GB/T 7247.14 激光产品的安全 第14部分：用户指南

GB/T 8923.1—2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 10320 激光设备和设施的电气安全

GB/T 15313 激光术语

GB/T 15519 化学转化膜 钢铁黑色氧化膜 规范和试验方法

GB/T 34626.1 金属及其他无机覆盖层 金属表面的清洗和准备 第1部分：钢铁及其合金

JB/T 5000.10—2007 重型机械通用技术条件 第10部分：装配

3 术语和定义

GB/T 3138、GB/T 15313和GB/T 34626.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

激光系统 laser system

发出激光光束，且光束经过多个光学镜片的反射或折射后聚焦到待清洗工件表面的系统。

3.2

激光清洗头 laser cleaning head

控制激光光束聚焦和快速扫描的装置。

3.3

扫描速度 scanning velocity

单位时间内激光光斑在清洗表面相对于工件移动的距离。

3.4

扫描线宽 scanning width

光斑进行来回光栅式扫描的最大宽度。

3.5

清洗效率 cleaning efficiency

单位时间内激光束所能清除污物的面积。

3.6

清洗能量阈值 cleaning energy threshold

激光光束能将污物全部去除所需的最小能量值。

3.7

损伤能量阈值 damage energy threshold

激光光束在将污物清洗干净而不造成对基材损伤所需的最大能量值。

3.8

机械手 manipulator

装载激光清洗头并实现多自由度运动的机构。

3.9

翻转平台 overturn platform

带动待清洗牵引电机实现翻转的机构。

注：翻转平台上有实现电机定位的工装，定位精度为±5 mm。

3.10

旋转平台 rotating platform

带动待清洗牵引电机实现旋转的机构。

注：旋转平台与牵引电机之间的装夹结构实现电机定位，定位精度为±5 mm。

3.11

负载试验 load test

设备机械运动机构在加载待清洗牵引电机情况下的运转试验。

4 使用条件

- 4.1 激光清洗机应在室内环境温度为-5℃~45℃、湿度不大于70%RH的条件下正常工作。
- 4.2 激光清洗机的主控箱和激光器应在环境温度0℃~35℃，湿度不大于70%RH的条件下正常工作。

5 系统构成

5.1 系统概述

激光清洗机由激光系统、机械结构系统、除尘系统、电气控制系统和附属设备组成，用于城市轨道交通机车车辆牵引电机外壳的清洗。

5.2 激光系统

- 5.2.1 激光系统由激光器、光学传输与扫描器件组成。根据牵引电机表面污物（比如：油污、油漆等）的不同和清洗效率需求不同，应选择合适的激光器类型，并配备合适的光学传输与扫描器件。
- 5.2.2 激光器类型包括脉冲激光、连续激光以及脉冲与连续激光复合3种。
- 5.2.3 光学传输与扫描器件应包括准直镜片、扩束镜片、一维或二维扫描振镜、聚焦镜片组和保护镜片。
- 5.2.4 激光系统应配置冷却设备，保持激光器和光学镜片的温度范围为20℃~30℃。

5.3 机械结构系统

激光清洗机的机械结构系统应实现待清洗牵引电机的360°旋转、90°翻转以及激光清洗头多自由度运动的功能。机械结构系统的结构示意图见图1。

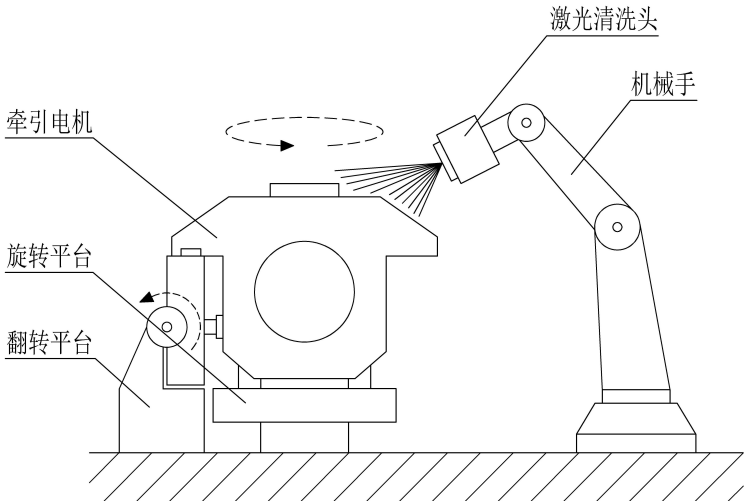


图1 激光清洗机机械结构示意图

5.4 除尘系统

除尘系统是将清洗过程中产生的烟尘及时吸收并捕集的系统，包括气帘、吸尘主机、吸尘管道和吸尘口等。吸尘口应采用气帘侧吹气流和负压吸尘相结合的形式。

5.5 电气控制系统

电气控制系统是控制激光清洗机开关、光束扫描、机械运动和除尘工作的系统。采用整体集成控制的形式，并通过触摸屏或上位机实现。

5.6 附属设备

5.6.1 附属设备应包括密封隔离房，密封隔离房应配备整体除尘吸口和激光防护玻璃。

5.6.2 厂房自带通风除尘系统时，只需要带有激光防护玻璃的隔离房。

6 技术要求

6.1 基本要求

6.1.1 翻转平台的翻转速度、旋转平台的旋转速度、机械手的移动速度应可调。

6.1.2 翻转平台的翻转角度应为 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ，且设计负载应不小于牵引电机实际重量的 2 倍。

6.1.3 旋转平台能进行 360° 旋转，并能在 0° 、 90° 、 180° 、 360° 四个角度停留，且旋转平台的最大设计负载应不小于牵引电机实际重量的 2 倍。

0 注： $^{\circ}$ 是指牵引电机放置于旋转平台并定位后的初始位置。

6.1.4 旋转平台和翻转平台应配合使用，使牵引电机所有待清洗面均可在激光光束可达的范围内。

6.1.5 所有机械结构部分的零部件防腐处理应符合 GB/T 15519 的规定。

6.1.6 激光清洗机进行空载试验时，激光清洗机应无异常声响、振动和所有装置应正常。空载运转试验的持续时间应不小于 10 min。

6.1.7 激光清洗机进行负载试验时，应将待清洗牵引电机装夹定位至旋转平台，进行各机械运动部分的运转试验。负载试验的持续时间应不小于 10 min。

6.2 激光清洗

6.2.1 平均功率、扫描速度、清洗速度、脉冲重复频率等关键工艺参数应可调节。

6.2.2 在进行牵引电机连续激光清洗前，应先进行样板清洗试验。样板清洗时各工艺参数可参考附录 A 进行设置。

6.2.3 牵引电机外壳表面清洗完毕后，表面状态应满足 GB/T 8923.1—2011 中 3.2 条规定的 Sa2.5 级的要求。

6.2.4 在牵引电机连续清洗时，应通过操控操作台使得牵引电机完成旋转、翻转等动作，并完成牵引电机所有面的清洗。牵引电机在进行连续清洗时各工艺参数可参考附录 A 进行设置。

6.2.5 激光清洗机连续无故障清洗牵引电机数量应大于 20 台。

6.2.6 牵引电机在进行连续清洗时可中途停机。运行中出现故障可停机检查，主要零部件损坏应重新开始。

6.3 IP 防护等级

电气元件、接线盒、电机和减速机的防护等级应不低于 IP56。

6.4 控制系统

6.4.1 控制器安装在电控箱内部。

6.4.2 操控台应放置清洗工位附近，可实现手动/自动模式转换，应具备对各个伺服系统单独控制的功能和故障紧急停止功能。

6.4.3 动力电缆应采用耐高温型，控制电缆应采用耐高温电磁屏蔽电缆。

6.4.4 设备应具有故障诊断、检测、查询及报警显示功能。

6.4.5 设备应具有信息管理接口，并能根据管理需要上传设备的自身状态及工作状态。

6.5 安全防护

- 6.5.1 作业过程中隔离房内不应有人员及其他危险品等，避免出现意外事故。
- 6.5.2 作业过程中操作人员应佩戴手套和护目镜。隔离房外观察人员应佩戴护目镜。
- 6.5.3 作业过程产生的烟尘和废气应及时排除或收集。
- 6.5.4 辐射安全应符合 GB 7247.1 的规定。
- 6.5.5 应安装激光防护玻璃等防护装置屏蔽。
- 6.5.6 运动部件（如，各类轮、链、带、齿等）应加装防护罩等防护措施。
- 6.5.7 激光隔离房应加入设备联锁装置，激光清洗工作过程中有人误入，激光应自动停止出光，机械部分应停止运动。
- 6.5.8 应设置声光报警装置，作业过程中能自动启动。
- 6.5.9 其他安全防护应按照 GB/T 10320、GB 7247.1 和 GB/T 7247.14 的规定执行。

6.6 安装

- 6.6.1 供牵引电机翻转和旋转使用的平台应与地基固定。
- 6.6.2 部件安装后的直线度、平面度的公差等级应不大于 GB/T 1184—1996 中 5.1 条规定的几何公差 H 级。
- 6.6.3 螺钉、螺栓的紧固力应符合 JB/T 5000.10—2007 中附录 A 规定的数值，应做好防松标识。
- 6.6.4 所有齿轮啮合部位与滑轨滑动部分应涂抹润滑油（脂）。

附 录 A
(资料性)
激光表面清洗工艺参数

A.1 电机外壳绝缘油漆涂层的激光清洗工艺参数

电机外壳绝缘油漆涂层的激光清洗工艺参数见表A.1。

表A.1 电机外壳绝缘油漆涂层的激光清洗工艺参数

序号	油漆厚度 μm	激光波长 nm	脉冲/连续	平均功率 W	扫描线宽 mm	脉冲重复频率 kHz	扫描速度 mm/s	清洗效率 m^2/h
1	50	1064	脉冲	1 000	150	10	6 000	3.6
2	100	1 064	脉冲	1 000	150	10	6 000	2
3	150	1 064	脉冲	1 000	150	10	6 000	1.4
4	200	1 064	脉冲	1 000	150	10	6 000	1.2
注：上述工艺参数在1 000 W光纤脉冲激光器，满足清洗能量阈值和损伤能量阈值条件下获得。								

A.2 电机外壳防护油漆涂层的激光清洗工艺参数

电机外壳防护油漆涂层的激光清洗工艺参数见表A.2。

表A.2 电机外壳防护油漆涂层的激光清洗工艺参数

序号	油漆厚度 μm	激光波长 nm	脉冲/连续	平均功率 W	扫描线宽 mm	脉冲重复频率 kHz	扫描速度 mm/s	清洗效率 m^2/h
1	100	1 064	脉冲	1 000	100	10	6 000	3
2	200	1 064	脉冲	1 000	100	10	6 000	1.6
3	300	1 064	脉冲	1 000	100	10	6 000	1.4
4	400	1 064	脉冲	1 000	100	10	6 000	1.2
注：上述工艺参数在1 000 W光纤脉冲激光器，满足清洗能量阈值和损伤能量阈值条件下获得。								

A.3 电机外壳油污、特定污物或残留物的激光清洗工艺参数

电机外壳油污、特定污物或残留物的激光清洗工艺参数见表A.3。

表A.3 电机外壳油污、特定污物或残留物的激光清洗工艺参数

序号	油漆厚度 μm	激光波长 nm	脉冲/连续	平均功率 W	扫描线宽 mm	脉冲重复频率 kHz	扫描速度 mm/s	清洗效率 m^2/h
1	100	1 064	脉冲	1 000	150	30	6 000	10
2	200	1 064	脉冲	1 000	150	30	6 000	5
3	300	1 064	脉冲	1 000	150	30	6 000	3
4	400	1 064	脉冲	1 000	150	30	6 000	1.6
注：上述工艺参数在1 000 W光纤脉冲激光器，满足清洗能量阈值和损伤能量阈值条件下获得。								