ICS 45.060.20

CCS S 50

团体标准

T/CMES XXXX—20XX

轨道交通装备轴类件修复工艺规范

Restoration process specifications for axle components of rolling stock

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的3/4以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路9号主语国际4座11层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：[www.cmes.](http://www.cmes.)org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

[前言 V](#_Toc13510)

[1 范围 1](#_Toc20064)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc16741)

[3 术语和定义 1](#_Toc17148)

[4 总体要求 1](#_Toc16603)

[4.1 修复原则 2](#_Toc15337)

[4.2 人员 2](#_Toc24385)

[4.3 设备 2](#_Toc25695)

[4.4 修复材料与耗材 2](#_Toc16770)

[4.5 环境 2](#_Toc30413)

[5 工艺流程 2](#_Toc31298)

[6 检测与评价 3](#_Toc16205)

[7 修复方案制定 4](#_Toc18629)

[8 修复前预处理 4](#_Toc27615)

[9 修复 4](#_Toc30035)

[10 修复后加工 4](#_Toc12062)

[11 质量检验 5](#_Toc18379)

[12 标识 5](#_Toc17541)

[13 包装储存运输 5](#_Toc29180)

[14 验收 5](#_Toc8945)

[附录A （资料性） 轨道交通装备轴类修复常用修复设备及选取原则 6](#_Toc23023)

[附录B （资料性） 不同损伤类型下修复原则 7](#_Toc21999)

[参考文献 8](#_Toc1653823)

[图1 轨道交通装备轴类件修复工艺流程图 3](#_Toc1653823)

前 言

本文件依据[GB-T 1.1-2020](http://www.zjsm.org/file/news/637231474274567101.pdf" \t "_blank) 给出的规则起草。

考虑到本文件中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对任何该类专利的鉴别。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件起草人：

轨道交通装备轴类件修复工艺规范

范围

本文件规定了轨道交通装备轴类件修复的总体要求、工艺流程、检测与评价、修复方案制定、修复前准备、修复、修复后处理、质量检验与验收。

本文件适用于电机轴、车轴等轨道交通装备轴类件的修复，也可供轨道交通装备生产企业在轴类零部件制造过程中参考使用。

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 28618 机械产品再制造 通用技术要求

GB/T 28619 再制造 术语

GB/T 33947 再制造 机械加工技术规范

GB/T 35977 再制造 机械产品表面修复技术规范

GB/T 35978 再制造 机械产品检验技术导则

TB/T 1027.2 机车车轴 第2部分：车轴

TB/T 1619 机车车辆车轴磁粉探伤

术语和定义

GB/T 28619和GB/T 35977界定的以及下列术语和定义适应于本文件。

轨道交通装备轴类件 axle components of rolling stock

轨道交通装备中使用的由金属或合金制成的回转体零部件，具有承受转矩、传递动力、支撑重量等功能。

注：常见的轨道交通装备轴类件包括车轴、牵引电机轴等。

轴类件修复 axle components restoration

对因制造、运输、服役、或检修过程中出现表面损伤或缺陷的轨道交通装备轴类件进行恢复或改善其性能、尺寸和外观的工艺过程。

总体要求

修复原则

轴类件修复应在不影响轴类件功能和安全性能的前提下进行。

轴类件修复应根据被修复零件的材料、加工工艺、性能要求，以及损伤与缺陷的类型、位置、形貌等因素，选择合适的修复方法和材料。

轴类件修复应尽量减少对轴类件原有结构和性能的影响，避免产生新的缺陷或损伤。

轴类件修复应符合相关的技术标准和规范，保证修复质量和可靠性。

轴类件修复应有完善的记录和追溯系统，记录修复人员、设备、材料、方法、环境、检验结果等信息

人员

从事轨道交通装备轴类件修复、技术管理和质量控制的人员应熟知本职业务，具有一定的专业理论知识和实践经验，必要时，可通过工作试件对操作人员的技能进行考核。

轨道交通装备轴类件修复操作和检验人员应按国家和行业相关规定进行培训、考核并取得相应资质。

修复操作人员及检验员应按规定接受定期考核，以保证其资质的有效性。

修复操作人员应对自己的操作过程和结果进行记录并签字，以便于追溯和评价。

对修复作业人员与进入修复场地的其他人员进行必要的安全培训与劳动保护，避免造成人身伤害。

设备

根据轨道交通装备轴类件材质、形状、服役工况、损伤状况、性能要求及成本要求等，选用适宜的工艺设备进行修复。轨道交通装备轴类件修复常用修复设备及选取原则见附录A。

按照要求对所使用的设备进行使用、保养。

修复材料与耗材

根据轨道交通装备轴类件材质、形状、服役工况、损伤状况、性能要求、成本要求及修复用工艺设备等，选用适宜的修复材料与耗材进行修复。

按照材料与工艺要求对所使用的修复材料与耗材进行分类和贮存，避免潮湿、强光、易氧化等环境。

应对修复材料基本性能进行测量或验证包括但不限于以下情况：

1. 新供应商；
2. 供应商变更；
3. 生产工艺变更。

环境

作业场地应能防护外界环境的不良影响，应根据不同的加工要求设有必要的温度控制、湿度控制、降噪、除尘、通风等设施。

修复作业时场地环境温度应不低于5 ℃，湿度控制在70%以下。

对修复过程中产生的各种固态、液态、气态废弃物进行分类收集，按照国家相关法律、法规、标准进行规范处理。

工艺流程

轨道交通装备轴类件修复工艺流程如图1所示：



1. 轨道交通装备轴类件修复工艺流程图

修复最大深度不宜超过3mm。

检测与评价

应收集待修复轴类件的技术要求、设计寿命、使用时间、工作条件、维修记录、工作温度、振动、材质、热处理、表面处理等信息及资料。

修复前需记录轨道交通装备轴类件损伤信息，主要包括损伤类型、损伤位置、损伤尺寸形貌等。应根据待修复轴类件的损伤类型、损伤程度、风险评估结果及历史检测等情况，确定检测目标、检测方法及检测设备。

需对轴类件的待修复部位和临近区域进行无损探伤，轨道交通装备轴类件检测包括但不限于以下方法，具体由委托方和承接方协商确定：

1. 几何尺寸检测；
2. 磁粉检测；
3. 渗透检测；
4. 荧光检测；
5. 超声波探伤检测；
6. 射线检测；
7. 工业计算机层析成像（CT）检测。

修复方案制定

修复方案应包含技术方案、质量保证措施、安全保证措施、成本预算及周期等内容；

修复前宜进行修复工艺试验，并对修复工艺进行评定。

修复技术方案包括但不限于以下内容：

1. 损伤类型；
2. 损伤程度；
3. 修复方法与设备；
4. 修复材料与工艺；
5. 检测方法与设备；
6. 验收标准。

修复前预处理

根据待修复部位的位置、形状、尺寸及表面损伤状态等情况，选择机械、热力学、化学或电学等加工方式对待修复件损伤位置及邻近区域进行缺陷清除和修复面准备，从而满足后续修复工艺所需的表面粗糙度、尺寸及应力状态等要求。喷砂

为保证修复工艺的稳定性，同种零件的预处理工艺和修复面尺寸应确保不变。

预处理后，可再次使用无损检测方法对预处理位置进行探伤，确保不存在影响性能和后续工艺的缺陷。

根据待修复位置和修复设备，考虑修复操作条件，安装固定待修复轴类制件。

根据修复面三维模型和修复工艺设备进行修复路径规划，路径规划可采用手动编程或采用编程软件进行路径规划，并根据待修复轴类件安装固定位置进行程序调试。

采用化学清洗、机械打磨等方法清洁修复面，不得有锈迹或油污、水等杂质残留，清洁后修复面需在24小时内修复。

根据修复工艺要求，必要时，对所需修复材料进行预热、烘干等预处理。

修复

按照已制定的修复方案与修复工艺，进行修复，并填写修复记录。

常用修复技术包括激光熔覆技术、等离子熔覆技术、喷涂技术等。不同损伤类型下修复原则见附录B。

修复后加工

修复后应根据轴类件的设计要求与使用要求，建议进行热处理，并利用表面加工去除多余修复材料。

注：热处理应以不对原始结构造成变形和热损伤为前提条件，热处理温度不高于奥氏体化温度，宜采用打磨、抛光、喷砂等后加工工艺恢复或改善其外观，以保证满足委托方使用要求。

若加工后不满足委托方需求，应在委托方与承接方协商后确定返工方式及次数。

修复后加工应避免加工变形、裂纹、划伤等缺陷或损伤的产生。

质量检验

应对修复后的轴类件进行必要的检验，检验方法和质量评定标准应符合相关技术文件。

通过目视检测确保加工后的修复面不存孔洞、夹杂、划痕、磕碰、锈蚀、氧化、起皮、剥落等缺陷。

对修复后的轴类件进行尺寸检测，修复位置尺寸精度应满足原型零件相关技术文件要求。

使用磁粉探伤方法对修复位置进行检测，修复组织及其与原材料交界位置无裂纹。

使用应变片或X光衍射方法对修复位置进行表面残余应力检测，需检测平行于修复轨迹于垂直于轨迹两个方向的应力，应力水平需满足原型零件相关技术文件要求。

有特殊检测要求的零件，如压装受力曲线检测、动平衡检测等，可根据供需双方要求执行。

标识

修复产品的标识除应符合国家相关法律法规和标准的规定外，还应在产品、产品说明书或产品包装物（如适用）的明显位置上有修复件标识。

修复件标识应包括但不限于以下内容：

1. 产品名称与型号；
2. 修复厂商名称；
3. 修复方法与修复位置；
4. 修复日期。

包装储存运输

修复后的轴类件包装前应再次进行清洗，并做防锈处理。

修复轴类件应存放于干燥通风处，修复后的轴类件应放置于支架上，防止损伤和变形。

运输过程中，应采取防潮防碰撞措施。

验收

修复后的轨道交通装备轴类件应按照产品标准的相关规定进行验收。

有特殊验收要求的零件，可根据供需双方要求执行。

1. （资料性附录）  
   轨道交通装备轴类修复常用修复设备及选取原则

轨道交通装备轴类修复常用修复设备及选取原则如表A.1所示。

* 1. 轨道交通装备轴类修复常用修复设备及选取原则

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 选取原则 |
|  | 激光熔覆设备 | 适用于需冶金结合、易受热变形的高价值轴类件，宜进行热处理 |
|  | 等离子熔覆设备 | 适用于需冶金结合、损伤尺寸较大的轴类件，修复效率较高 |
|  | 热喷涂设备 | 适用于机械-冶金结合、损伤尺寸较小的轴类件，涂层材质一般为金属、合金及金属陶瓷，拥有高修复效率和低修复成本 |

1. (资料性附录)  
   不同损伤类型下修复原则
   1. 磨损失效和体积损伤

根据失效机制对修复层材料性能的要求，设计和选择修复材料及与其相适应的表面修复技术,修复层宜具有足够的硬度、韧性和结合强度

* 1. 腐蚀失效

宜根据腐蚀介质的成分选择相应的修复技术和材料。并考虑以下因素：

1. 优先选用单相结构的修复层；
2. 在电解质存在的条件下，修复层宜具有比基体材料更低的电极电位，以便起到有效的牺牲阳极保护作用；
3. 如果修复层有孔隙，宜进行必要的封孔处理。
   1. 高温失效

修复层材料宜具有较好的高温化学稳定性，在高温条件下不会发生分解、升华或有害的晶形转变，同时修复层宜具有较好的热疲劳性能或高温力学性能，与基体的线膨胀系数、导热性等具有良好的匹配性。

* 1. 疲劳失效

修复前宜对待修复部位的表面和内部裂纹、应力集中等进行无损检测，同时宜进行剩余寿命评估，并在此基础上选择合适的表面修复技术。

* 1. 断裂失效

不建议进行修复。

**ICS号：45.060.20**

**中国标准文献分类号：S 50**

**关键词：轨道交通装备、轴类、修复**