

ICS 号

中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/CMES XXXX—20XX

无损检测

铁路动车组车辆空心轴阵列涡流检测

Non-destructive testing—Array eddy current testing of  
hollow axle in railway multiple unit vehicles

(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

中国机械工程学会标准征求意见稿

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《中国机械工程学会团体标准管理办法》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。

中国机械工程学会标准征求意见稿

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

## 目 次

前言 .....	
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语及定义 .....	1
4 方法概要 .....	1
5 检测人员要求 .....	2
6 检测设备 .....	2
7 检测程序 .....	4
8 检测结果评定 .....	5
9 检测记录和报告 .....	6

中国机械工程学会标准征求意见稿

## 前 言

本标准依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》的有关要求编写。

本标准起草单位：

本标准起草人：

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责对其任何类别专利的鉴别。

本标准首次制定。

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会标准征求意见稿

# 无损检测 铁路动车组车辆空心轴阵列涡流检测

## 1 范围

本文件规定了铁路动车组车辆空心轴阵列涡流检测的方法概要、检测人员要求、检测系统、检测程序、检测结果判定、检测记录和报告。

本文件适用于内径为 30 mm~65 mm 的铁路动车组车辆空心轴的阵列涡流检测。  
其他用途的空心轴可参照执行。

## 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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 12604.6 无损检测 术语 涡流检测

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

JB/T 11780-2014 无损检测仪器 阵列涡流检测仪性能和检验

ISO 20339 无损检测 涡流检测设备 阵列探头性能和检验 (Non-destructive testing - Equipment for eddy current examination - Array probe characteristics and verification)

## 3 术语及定义

GB/T 12604.6、GB/T 20737 和 JB/T 11780 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 JB/T 11780-2014 中的某些术语和定义。

### 3.1

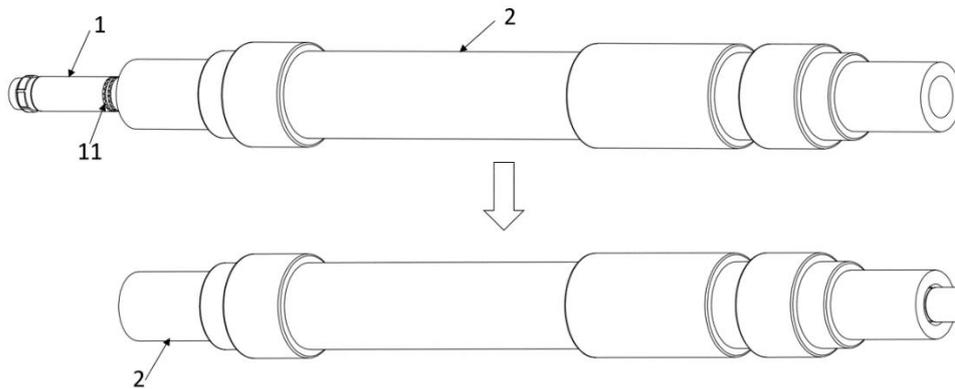
阵列涡流检测 array eddy current testing

具有按一定方式排布、且独立工作的多个检测线圈，能够一次性完成大面积扫查及成像的涡流检测技术。

[JB/T 11780—2014，定义 3.3]

## 4 方法概要

动车组车辆空心轴通常是采用高强度合金钢材料锻造而成。空心轴在高压与高速环境下工作，因此需检查其内壁表面和近表面缺陷。如图 1 所示，采用阵列涡流检测探头从空心轴的一端穿过至另一端，该过程中便可实现一次性完成对空心轴内壁表面和近表面缺陷的扫查检测。



标引序号说明：

- 1——阵列涡流检测探头；
- 11——阵列涡流线圈；
- 2——空心轴。

图 1 空心轴阵列涡流检测示意图

## 5 检测人员要求

执行本文件实施检测的人员，应按照 GB/T 9445 规定的或合同各方同意的体系进行资格鉴定与认证，并由雇主或其代理对其进行岗位培训和操作授权。

## 6 检测系统

### 6.1 概述

检测系统应包括阵列涡流检测仪、阵列涡流检测探头、机械控制系统和对比试样。

### 6.2 阵列涡流检测仪

阵列涡流检测仪应符合 JB/T 11780 的要求，且具备以下功能：

- a) 频率范围：应能满足受检工件材料的检测要求；
- b) 信号分析：能对阻抗平面上任一矢量信号进行相位和幅度分析，并与先前存储的参考信号进行对比；
- c) 最大检测通道数：应能够支持多通道无方向性阵列涡流检测探头。

### 6.3 阵列涡流检测探头

阵列涡流探头应满足 ISO 20339 的要求，且还需满足如下要求：

- a) 工作频率应满足受检工件材料的检测要求；
- b) 应根据空心轴内径尺寸，选取相应通道数的阵列涡流检测探头，针对不同空心轴内径，推荐的阵列涡流检测探头通道数见表 1；
- c) 与被检件的接触面宜安装保护层（宜选用陶瓷片），以防止探头磨损；
- d) 探头工作部分具有良好的弹性装置，能够自适应与空心轴内壁表面保持良好贴合。

表 1 针对不同空心轴内径推荐的阵列涡流检测探头通道数

序号	空心轴内径尺寸 $\varphi$ (mm)	阵列涡流检测探头的通道数 (个)
1	30	32
2	45	48
3	57	62
4	58	62
5	60	64
6	61	66
7	65	70

#### 6.4 机械控制系统

如图 2 所示，机械控制系统主要包括探头推拔机构、万向对接吊装机构、工业控制计算机以及检测移动装置等，其系统性能要求如下：

- a) 最大推动范围应达 2.7 m；
- b) 检测速度为 100 mm/s ~300 mm/s。

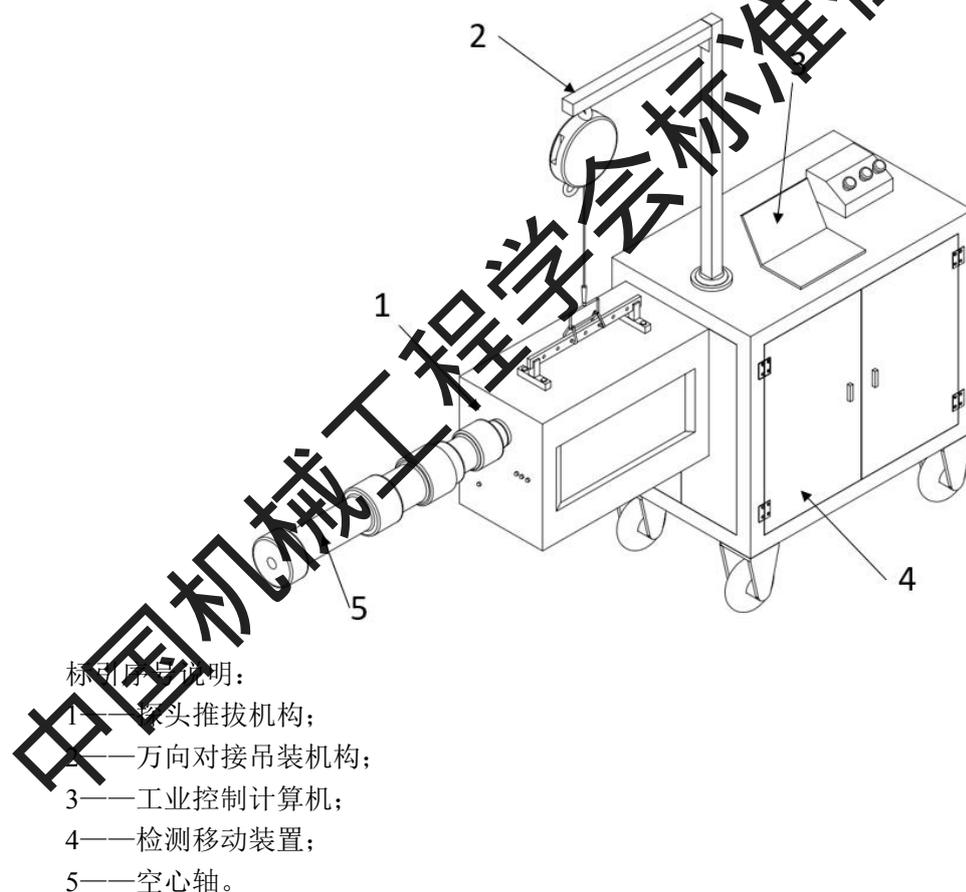


图 2 机械控制系统结构示意图

#### 6.5 对比试样

对比试样用于对涡流检测设备进行参数设定和校验。

对比试样应采用与受检工件相同或相近的材料制作，材料应无影响校验的缺陷。

宜采用与受检工件等长度的对比试样。对比试样的外径尺寸应由用户或工厂自行确定，为了减重，便于搬运和运输，对比试样壁厚可适当减小，其减小程度应不小于受检工件壁厚的二分之一；对比试样的内径尺寸应与受检工件内径尺寸相同。

对比试样上应采用电火花加工有深度分别为 0.2 mm、0.3 mm、0.5 mm、1.0 mm 的轴向缺陷和周向缺陷（人工缺陷长度均为 10 mm、宽度均为 0.15 mm），以及深度分别为 0.3 mm 和 0.5 mm 的半环形缺陷（人工缺陷宽度均为 0.15 mm）。（当受检工件内径为 30 mm）对比试样的尺寸如图 3 所示，其人工缺陷的深度允许误差为 $\pm 0.05$  mm。

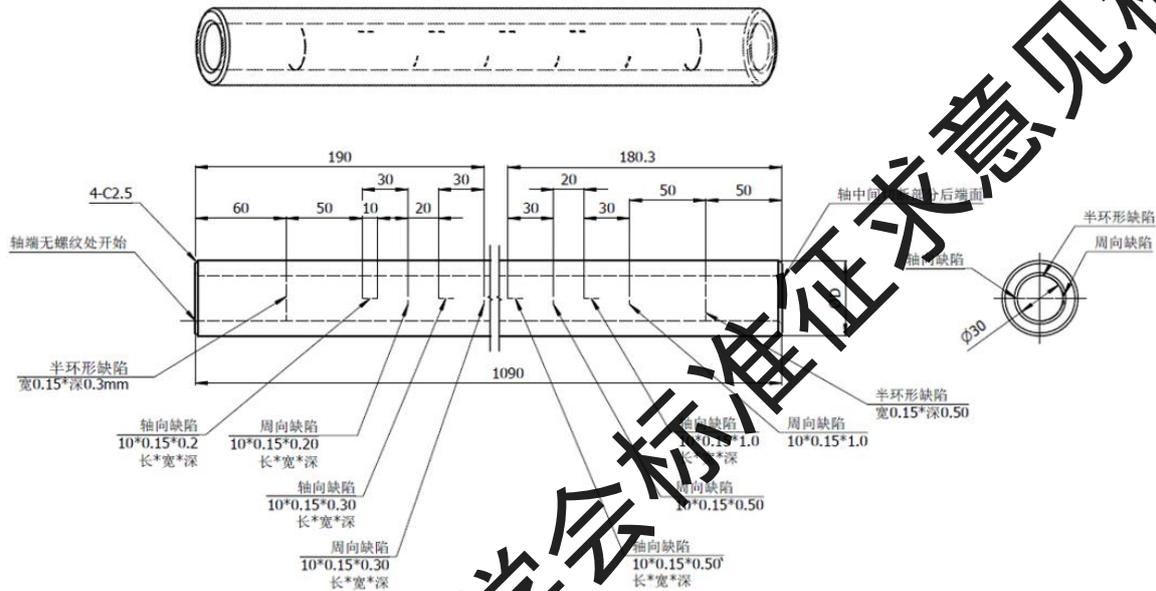


图 3 空心轴阵列涡流检测用对比试样

## 6.6 检测系统的维护和校验

应制定书面规程，对检测系统进行周期性维护、校验和检查，以保证仪器功能。检测系统应至少每年进行一次校验。

## 7 检测程序

### 7.1 检测前的准备

检测准备工作要求如下：

- 受检工件内壁表面应清洁、无毛刺，不应有影响阵列涡流检测的粉尘、污染物和铁磁性屑。如不满足要求，应加以清除，清除时不应损坏受检工件内壁表面；
- 检测前应查明受检工件的结构形式及相应的尺寸；
- 受检工件内壁若存在偏磨等几何形状缺陷，应进行机加工圆整化；
- 应确保检测在无强电磁、无强振动、无不规则强烈噪音的环境下进行。

### 7.2 检测作业指导书或检测工艺卡的编制

应根据使用的仪器和现场实际情况，按照本文件的要求编制管道缺陷声脉冲检测作业指导书或工艺卡，且至少包括以下内容：

- a) 被检空心轴：名称、规格、编号；
- b) 检测技术要求：检测技术等级、检测部位；
- c) 检测设备：阵列涡流检测仪和探头类型、规格，对比试样规格及人工缺陷尺寸；
- d) 检测工艺参数：频率、增益、相位、滤波等；
- e) 检测操作程序及扫查次序；
- f) 检测记录、检测示意图及波形评定的具体要求。

### 7.3 检测步骤

#### 7.3.1 灵敏度校验

在检测前，应采用本文件规定的对比试样对阵列涡流检测系统进行检验，以确认系统性能满足检测要求。

应采用经供需双方认可的、带有自然缺陷或人工缺陷的同材质对比试样设定检测灵敏度，或采用本文件规定的对比试样上 0.2 mm 深刻槽设定检测灵敏度。检测信号相位角的变化不应超过 $\pm 3^\circ$ ，信号幅值的变化不应超过 $\pm 10\%$ 。

#### 7.3.2 实施检测

空心轴阵列涡流检测通常采用半自动化检测方式，以下为空心轴的基本扫查方法：

- a) 人工调节万向对接吊装机构，使得检测主机与空心轴对接；
- b) 通过推拨机构进行阵列涡流检测探头的直线运动，将阵列涡流检测探头从与检测主机对接的空心轴端口推送至空心轴的另一端口；
- c) 启动阵列涡流检测仪，调整工作频率；
- d) 再次利用推拨机构将阵列涡流检测探头匀速拉回至与检测主机对接空心轴的端口；
- e) 在阵列涡流检测探头拉拔返回过程中可一次性完成对空心轴内壁表面的扫查检测。必要时，可对空心轴关键部位进行重复扫查检测。

### 7.4 检测数据的实时分析与处理

当在阵列涡流检测中发现缺陷信号时，应对出现缺陷信号的区域进行反复扫查以确定缺陷长度，并记录缺陷的长度。

### 7.5 阵列涡流检测系统复核

在以下情况下，应对阵列涡流检测系统进行复核：

- a) 检测过程中的仪器、探头、连接线缆更换；
- b) 检测人员有怀疑；
- c) 连续工作 4 小时及以上；
- d) 检测结束。

## 8 检测结果判定

对于检出缺陷，通过响应信号幅值与对比试块上不同深度人工缺陷响应信号幅值的比较评定缺陷的深度。响应信号的相位作为判定检出缺陷深度的参考依据。

应根据相关产品的技术条件或与委托方商定的验收准则，对被检测工件给出合格与否的结论。

当产品技术条件和相关技术协议未给出验收准则时，仅对所发现缺陷给出定量的评定，而不给

出合格与否的结论。

## 9 检测记录和报告

### 9.1 检测记录

检测记录应根据检测要求制订，应至少包括如下内容：

- 应按检测作业指导书或工艺卡片的要求记录检测数据和有关信息，除此之外，还应至少包括检测报告中的内容，所有记录的内容应符合法律法规、标准和/或合同的要求；
- 打印及填写的记录表应统一保管，保存期为铁路动车组车辆空心轴寿命期。

### 9.2 检测报告

检测报告的内容应当根据检测要求制定，应至少包括以下内容：

- a) 被检件名称、编号、规格、材质、表面状态；
- b) 委托单位；
- c) 检测单位；
- d) 检测标准及验收等级；
- e) 检测区域和范围；
- f) 检测工艺卡编号；
- g) 检测仪器设备：检测仪器型号及编号、探头类型及尺寸、试块型号等；
- h) 缺陷检测情况：缺陷位置简图、缺陷位置、尺寸、波幅等；
- i) 检测地点和检测日期；
- j) 仪器检测参数；
- k) 检测结果及结论；
- l) 检测人员和审核人员签字及其资格；
- m) 报告签发日期。

中国机械工程学会标准征求意见稿

中国机械工程学会标准征求意见稿

---

ICS 号

中国标准文献分类号

关键词：中国机械工程学会、模板

---