|  |  |
| --- | --- |
| ICS  |       |
| CCS  |

|  |
| --- |
| D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png CMA |

      |

  中国计量协会   团体标准

T/ CMA   JD XXX—2025

轮轨接触载荷无线测试方法

（Wireless Signal Transmission method for Rail Rolling Contact Load Testing）

2025 - XX - XX发布

2025 - XX - XX实施

 中 国 计 量 协 会    发布

目录

[前言 II](#_Toc207893023)

[1 范围 3](#_Toc207893024)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc207893025)

[3 术语和定义 3](#_Toc207893026)

[3.1 轮轨接触载荷 3](#_Toc207893027)

[3.2 轮轨接触载荷无线测试系统 3](#_Toc207893028)

[3.3 数据采集节点 3](#_Toc207893029)

[3.4 车载接收主机 3](#_Toc207893030)

[3.5 同步精度 3](#_Toc207893031)

[4 测试系统 3](#_Toc207893032)

[4.1 应变片要求 3](#_Toc207893033)

[4.2 数据采集节点 4](#_Toc207893034)

[4.3 车载接收主机 4](#_Toc207893035)

[4.4 无线传输要求 4](#_Toc207893036)

[5 试验准备 4](#_Toc207893037)

[5.1 应变片安装 4](#_Toc207893038)

[5.2 无线测试系统安装 4](#_Toc207893039)

[5.3 轮对标定 4](#_Toc207893040)

[5.4 测试程序调试 4](#_Toc207893041)

[6 试验步骤 5](#_Toc207893042)

[7 测试报告 5](#_Toc207893043)

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。

本文件由中国计量协会提出。

本文件由中国计量协会校准工作委员会归口。

轮轨接触载荷无线测试方法

* 1. 范围

本文件规定了采用无线传输方式进行机车车辆轮轨接触载荷测试的测试原理、测试条件、测试方法和测试报告。

本文件适用于机车车辆轮轨接触载荷的测量。

* 1. 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。

本文件引用下列文件：

GB/T 5599-2019 机车车辆动力学性能评定及试验鉴定规范

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* + 1. 轮轨接触载荷

车轮和钢轨接触状态下轮轨之间的相互作用力，包括轮轨接触垂向力和轮轨接触横向力。

* + 1. 轮轨接触载荷无线测试系统

由安装在车轮或轴箱上的数据采集节点（从节点）、车载接收主机（主节点）、数据处理单元及软件组成，通过无线通讯方式传输数据的测试系统。

* + 1. 数据采集节点

直接安装在被测对象上，完成信号调理、采集、暂存和无线发送功能的单元。

* + 1. 车载接收主机

负责接收、校验并存储所有无线节点发送的数据，并可提供系统同步时钟。

* + 1. 同步精度

不同数据采集节点之间时间戳的一致程度，单位为μs或ns。

* 1. 测试系统
		1. 应变片要求

4.1.1 应变片量程应大于测点处应变最大值的1.5倍，并校准其零点。

4.1.2 应变片幅值非线性<1%，分辨率<0.1mm。

4.1.3 应变片应满足在测试环境温度变化范围内能正常工作。

4.1.4 应变片的温度补偿系数与应变片粘贴部位材料热膨胀系数相匹配。

4.1.5 同一测量电桥各桥臂间应变片电阻值的最大偏差应≤0.1%。

4.1.6 所使用的应变片应选用同一批量生产的灵敏度系数相同的应变片。

* + 1. 数据采集节点

4.2.1 应具备多通道模拟信号采集、高精度A/D转换、数据暂存和无线发射功能。

4.2.2 数据采集系统的系统误差＜0.1%。

4.2.3 在定义带宽范围内，信号滤波器衰减梯度大于或等于24dB每倍频程。

4.2.4 数据采集节点防护等级不应低于IP67。

4.2.5 每个通道采样频率不应低于30kHz，以确保能捕捉高频冲击信号。

4.2.6 所有数据采集节点的同步精度应满足误差＜10μs。

4.2.7 采集节点应具备环境温度采集功能。

* + 1. 车载接收主机

4.3.1 主机应具备系统配置、数据解码、显示、存储、分析和导出的功能。

4.3.2 车载接收主机的数据分析系统应具备温度补偿功能。

* + 1. 无线传输要求

4.4.1 系统数据传输时延不大于150ms。

4.4.2 单通道丢包率不应大于1%，通信中断时间不大于2s。

4.4.3 传输速率不应小于1Mbit/s。

4.4.4 数据包误码率应低于10-6。

4.4.5 系统应具备跳频或扩频等抗干扰机制，确保复杂电磁环境下数据传输的稳定性。

* 1. 试验准备
		1. 应变片安装

5.1.1 根据GB/T 5599-2019第C.2条，确定垂向力测量电桥和横向力测量电桥的所有应变片的贴片位置。

5.1.2 对需要贴片及布线的区域进行清洗和打磨，并打出与贴片方向呈45°的交叉条纹。

5.1.3 每个贴片位置应有准确并清晰的定位刻度线。

5.1.4 用丙酮、酒精对需要贴片、布线的区域进行擦洗，直至无任何污渍为止。擦洗时要沿单一方向进行，清洗干净的表面要避免再次污染（如用嘴吹气）及手触摸。

5.1.5 将应变片的中心线与定位线对齐并粘贴，检查贴片情况后若无明显异常，再贴端子。

5.1.6 用万用表和兆欧表检查测力轮对各应变电桥的阻值、绝缘等参数是否符合要求，同一测量电桥各桥臂间应变片电阻值的最大偏差不应大于0.1%，应变片经粘贴、干燥后，使用不低于500V的兆欧表测量绝缘电阻，轴端引线对地绝缘电阻应大于500MΩ。如果绝缘电阻应小于或等于500MΩ，则需重新安装应变片。

* + 1. 无线测试系统安装

5.2.1 数据采集点应牢固安装在车轮或轴向上，安装位置应利于无线信号传输和天线布置。

5.2.2 车载接收天线应安装在车体底部最佳信号接收位置，并避免金属屏蔽。

5.2.3 车轮与车体的元器件应保持安全距离，避免元器件在车辆运行振动过程中发生碰触。

* + 1. 轮对标定

5.3.1根据GB/T 5599-2019第C.3条进行轮对标定，获得垂向力、横向力与测量电桥输出应变的比例系数$K\_{pp}$、$K\_{qq}$，及其相互影响系数$E\_{pq}、E\_{qp}$。

5.3.2 两侧标定角度的综合定位偏差应不大于±0.2°。

* + 1. 测试程序调试

5.4.1 测试前，所有设备提前开机预热至少15分钟。

5.4.2 检查各通道信号是否正常、无线连接是否稳定、数据是否同步。

5.4.3 在车辆静止状态下，记录各测量桥路的初始零点值$∝$。

* 1. 试验步骤

6.1 按第5章进行安装、标定和程序调试。

6.2 通过主机设置采样节点采样频率、同步测试时钟。

6.3 启动试验设备及车辆，实时监控温度，所测温度都应保持在设备限制范围之内。

6.4 记录垂向力测量电桥的输出应变$ε\_{p}[k] (k=1,2,…,n)$和横向力测量电桥的输出应变$ε\_{q}[k] (k=1,2,…,n)$，其中，*n*为样本点总数；确保所有测试数据被完整、正确地记录和存储。

6.5 使用测试前记录的零点值$∝$对输出应变$ε\_{p}[k]$和$ε\_{q}[k]$进行修正，修正结果为：

$ε\_{p}^{'}\left[k\right]=ε\_{p}\left[k\right]-∝$ （1）

$ε\_{q}^{'}\left[k\right]=ε\_{q}\left[k\right]-∝$ （2）

6.6 计算轮轨接触垂向力$P[k](k=1,2,…,n)$和轮轨接触横向力$Q[k](k=1,2,…,n)$，按公式（3）进行计算：

 $\left[\begin{matrix}P[k]\\Q[k]\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}K\_{pp}&E\_{pq}\\E\_{qp}&K\_{qq}\end{matrix}\right]^{-1}\left[\begin{matrix}ε\_{p}^{'}\left[k\right]\\ε\_{q}^{'}\left[k\right]\end{matrix}\right]$  （3）

* 1. 测试报告

测试报告应包括以下内容（包括但不限于）：

1) 测试概述，含目的、时间、地点等

2) 测试系统介绍，含设备型号、精度、采样频率等

3) 测力轮对安装方式

4) 测试工况详述

5) 数据处理方法

6) 测试结果与分析，包括轮轨接触载荷随时间或距离的变化曲线