

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3147—2020

代替 TB/T 3147—2012

铁路轨道检查仪

Inspecting instruments for railway track

2020-12-21 发布

2021-07-01 实施

国家铁路局

发布

目 次

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 型号命名规则 | 2 |
| 5 技术要求 | 2 |
| 5.1 使用环境 | 2 |
| 5.2 总体要求 | 2 |
| 5.3 外观要求 | 3 |
| 5.4 电源和无线通信 | 3 |
| 5.5 软件界面和数据采集处理 | 3 |
| 5.6 结构参数 | 5 |
| 5.7 计量性能指标 | 6 |
| 5.8 安全性要求 | 7 |
| 5.9 电源适应性 | 7 |
| 5.10 示值稳定性 | 7 |
| 5.11 外部几何参数测量装置 | 8 |
| 5.12 标定器 | 8 |
| 5.13 线路测量要求 | 8 |
| 5.14 环境适应性要求 | 8 |
| 6 检验方法 | 9 |
| 6.1 总体和外观检查 | 9 |
| 6.2 电源和无线通信 | 9 |
| 6.3 结构参数 | 9 |
| 6.4 工作轮质量 | 10 |
| 6.5 计量性能 | 10 |
| 6.6 安全性指标 | 11 |
| 6.7 电源适应性 | 12 |
| 6.8 示值稳定性 | 12 |
| 6.9 线路测量 | 12 |
| 6.10 环境适应性试验 | 14 |
| 7 检验规则 | 14 |
| 8 标志、随机文件、包装和储存 | 15 |
| 8.1 标志 | 15 |
| 8.2 随机文件 | 15 |
| 8.3 包装 | 15 |
| 8.4 储存 | 16 |
| 附录 A(规范性) 轨道平顺性测量结果数据处理方法和存储要求 | 17 |

| | | |
|-----------|---------------------|----|
| 附录 B(规范性) | 轨道检查仪标定器的技术要求 | 19 |
| 附录 C(规范性) | 线路试验场地及相关要求 | 20 |
| 附录 D(规范性) | 轨道检查仪检定台的技术要求 | 22 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定起草。

本标准代替 TB/T 3147—2012《铁路轨道检查仪》，与 TB/T 3147—2012 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- a) 更改了“超高掉头误差”的定义(见第3章,2012年版的第3章)；
- b) 增加了“轨顶定位轮”和“轨向定位轮”定义(见第3章)；
- c) 更改了轨检仪的质量要求(见5.2.5,2012年版的5.2.5)；
- d) 增加了轨距测量装置接触测量力的要求及检验方法(见5.2.6、6.1.4)；
- e) 更改了轨检仪各内部几何参数检测项目的采样方式要求(见5.5.4,2012年版的5.5.4)；
- f) 更改了数据文件记录格式(见5.5.6,2012年版的5.5.6)；
- g) 删除了测量轮与走行轮工作面的表面粗糙度要求及检验方法(见2012年版的5.6.1.3、6.3.3)；
- h) 更改了走行轮和测量轮的要求(见5.6.1.3、5.6.1.4、5.6.1.6,2012年版的5.6.1.4、5.6.1.5、5.6.1.7)；
- i) 增加了1级轨道检查仪线路横向偏差、垂向偏差的示值误差要求以及外部几何参数零点的示值稳定性要求(见5.7、5.10)；
- j) 增加了以GNSS作为外部几何参数测量装置的要求(见5.11)；
- k) 增加了沙尘条件的环境适应性要求及检验方法(见5.14、6.10)；
- l) 更改了轨检仪各轨顶定位轮工作母线平面度的检验方法(见6.3.4,2012年版的6.3.5)；
- m) 增加了“超高掉头误差”的计算公式(见6.5.1.1)；
- n) 更改了标定器超高标定单元的技术要求(见B.2.5,2012年版的B.2.5)；
- o) 删除了标定器轨向、高低标定单元的技术要求(见2012年版的B.2.6)；
- p) 删除了Ⅱ级检定台的相关内容(见2012年版的附录D)；
- q) 更改了检定台的外形要求(见D.2.1.1.2,2012年版的D.2.1.1.3)；
- r) 增加了检定台的轨向、高低检定单元辅助工装安装接口要求(见D.2.2)；
- s) 更改了检定台的轨向、高低技术要求(见D.2.11,见2012年版的D.2.11、D.2.12)。

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。

本标准由中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所归口。

本标准起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、江西日月明测控科技股份有限公司、中南大学、成都四方瑞邦测控科技有限责任公司、沈阳驰弘瑞升测控科技有限公司、四川金立信铁路设备有限公司、株洲时代电子技术有限公司。

本标准主要起草人：王彦春、郭一诗、朱洪涛、傅勤毅、樊尚君、金立全、李社军、王文昆。

本标准及其所代替标准的历次版本发布情况为：2007年首次发布 TB/T 3147—2007，2012年第一次修订，本次为第二次修订。

铁路轨道检查仪

1 范围

本标准规定了铁路轨道检查仪的术语和定义,型号命名规则,技术要求,检验方法,检验规则及标志、随机文件、包装和储存。

本标准适用于通过移动测量或光学长弦矢距法测量轨道静态几何参数的铁路轨道检查仪(以下简称轨检仪)。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验Cab:恒定湿热试验

GB/T 2423.37—2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘试验

GB/T 2423.38—2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验R:水试验方法和导则

GB 7247.1—2012 激光产品的安全 第1部分:设备分类、要求

GB/T 7247.14—2012 激光产品的安全 第14部分:用户指南

GB/T 18268.1—2010 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分:通用要求

TB 10054—2010 铁路工程卫星定位测量规范

TB 10601—2009 高速铁路工程测量规范

JJG 100 全站型电子速测仪检定规程

JJG 425 水准仪检定规程

JJG 703 光电测距仪检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

轨道内部几何参数 the inner geometry parameters of track

轨距、超高、水平、轨向、高低、正矢、扭曲(三角坑)、轨距变化率等轨道尺寸、形状几何参数。

3.2

轨道外部几何参数 the outer geometry parameters of track

轨道中线及左右轨相对于设计线位的平面(横向)、高程(垂向)偏差等轨道位置几何参数。

3.3

超高掉头误差 difference of the positive and negative superelevation measurements

轨检仪对超高的正向和反向两次测量结果的一致性,以正、反两次测量结果示值误差代数差的绝对值表示。

3.4

轨顶定位轮 rail top positioning wheel

轨检仪用于确定轨道钢轨轨顶最高点位置的工作轮。

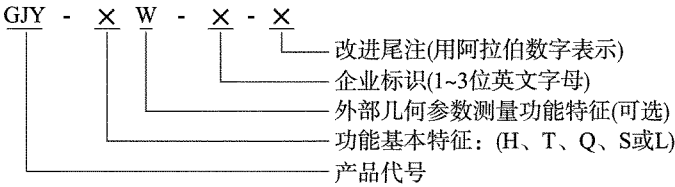
3.5

轨向定位轮 alignment positioning wheel

轨检仪用于确定轨道钢轨轨顶最高点以下 16 mm 点位置的工作轮。

4 型号命名规则

型号编制按以下规则:



其中,测量功能基本特征含义如下:

- H 型:具有左右轨双侧独立短弦弦测功能的轨检仪;
- T 型:只具有单侧短弦弦测功能的轨检仪;
- Q 型:H 型、T 型以外短弦弦测功能的轨检仪;
- S 型:不具有弦测功能的轨检仪;
- L 型:具有光学长弦弦测功能的轨检仪。

示例:

GJY-TW-X-1 型,是指只具有单侧短弦弦测功能和外部几何参数测量功能的轨检仪。

5 技术要求

5.1 使用环境

轨检仪在下列环境下应可靠工作:

- a) 环境温度:(-20~50)℃;
- b) 相对湿度:不大于 90%;
- c) 海拔:不大于 2 500 m;
- d) 电磁环境:电气化线路电磁环境。

5.2 总体要求

- 5.2.1 轨检仪由内部几何参数测量单元和外部几何参数测量单元组成,内部几何参数测量单元可独立。轨道几何参数测量位置应保证处于轨道的同一横截面内,并与测量点记录位置相对应。
- 5.2.2 轨检仪分为 0 级、1 级两个准确度等级,0 级轨检仪用于测量允许速度不大于 350 km/h 的线路,1 级轨检仪用于测量允许速度不大于 200 km/h 的线路。
- 5.2.3 移动测量的轨检仪在行进速度不大于 8 km/h 的正常工作状态下,应满足测量准确度要求。
- 5.2.4 以全站仪作为外部几何参数测量装置时,其测量效率(不含准备时间)为每点不大于 10 s;以全

球导航卫星系统(以下简称“GNSS”)作为外部几何参数测量装置时,其测量效率为每点不大于 30 s; L 型轨检仪的测量效率(不含辅助工作时间)为每点不大于 3 s。

5.2.5 外部几何参数测量单元的质量不应大于 10 kg。内部几何参数测量单元的质量不应大于 42 kg。

5.2.6 轨检仪轨距测量装置接触测量力宜为(10~30)N。

5.3 外观要求

5.3.1 轨检仪表面应防锈,并在适当位置设置反光标识,其主体表面颜色宜使用黄色,不应使用红色。

5.3.2 电镀零件的表面应光滑,无斑点、凸起和漏镀现象,边缘和棱角不应有烧痕。

5.3.3 涂漆件的漆层应平整清洁,主要表面光滑,具有较好的光泽,颜色应一致,不应有裂纹、流痕、起泡等缺陷。

5.3.4 各紧固件固定牢靠,铆接、焊接处不应松动或脱落;各活动部件应运动灵活,不应有松动或卡滞现象。

5.3.5 开关、按钮、操作面板及显示单元应合理布局,便于使用。

5.3.6 对于采用激光装置的轨检仪,当激光出瞳功率大于 1 mW 时,应按 GB 7247.1—2012 第 4 章、第 5 章的相关要求设置安全警告标志,按 GB/T 7247.14—2012 第 8 章的相关要求采取危害控制措施。

5.4 电源和无线通信

5.4.1 电池容量

轨检仪各单元配备的电池持续工作时间不应少于 8 h。

适用时,外部几何参数测量单元、计算机单块电池的持续工作时间不应少于 4 h。

5.4.2 无线通信

适用时,无线通信应覆盖轨检仪测量时数据传输的最大距离,通信信道数不应少于 3 个。

5.5 软件界面和数据采集处理

5.5.1 数据采集与数据后处理系统的主要功能应包括数据的实时采集和存储,波形图和线路曲线图的绘制、缩放、平移、选段以及报表生成等。软件应界面友好、便于操作、易于掌握并便于升级,升级后应向下兼容,系列产品软件的界面总体结构和操作风格应相同。

5.5.2 轨检仪应具有轨距、超高、轨向、高低、外部几何参数等信息的检定界面,界面中数据显示分辨率应符合表 1 规定。

表 1 轨检仪检定界面参数分辨率要求

| 序 号 | 项 目 | | 显示分辨率 |
|---------------------------------------|--------|--------|------------|
| 1 | 内部几何参数 | 轨距、超高 | ≤0.01 mm |
| | | 轨向、高低 | ≤0.01 mm |
| 2 | 外部几何参数 | 绝对位置参数 | ≤0.000 1 m |
| | | 相对位置参数 | ≤0.01 mm |
| 注:轨向、高低、绝对位置参数、相对位置参数的分辨率仅指具备相应功能的型号。 | | | |

5.5.3 轨检仪应具备超限实时声光报警、运行总里程累计及显示等功能。轨检仪应有超速报警和记录功能,并应具有便于查找超限处所的辅助定位措施。若轨检仪设置计程轮,应具有里程修正功能。

5.5.4 轨检仪各参数检测项目应采用与扣件节点位置和等间距里程点相对应的双重采样方式。按扣

件位置记录测量点时,不应有遗漏测量点现象,测量点应位于轨枕轴线位置处;按里程记录测量点时,测量频次每米不应少于4点;光学长弦静态测量每5 m不应少于8点。表达测量结果时(如超限报表等),除描述测量点里程外,还宜提供测点与扣件节点的相对位置信息。

5.5.5 轨检仪应具有检测数据的存储功能,存储容量满足连续记录50 km数据的要求。存储文件名应包含时间、线名、上下行等信息,文件保存的格式为文本文件,文件首行应为字段名列表。

5.5.6 数据文件记录应符合如下要求:

数据文件每条记录的各个字段以半角逗号“,”隔开,无该项检测功能或未检测该项(如外部几何参数)时该字段为空填。数据文件每条记录至少包括的字段和格式如下:公里(km),米(m),轨距(mm),超高(mm),左轨向(mm),右轨向(mm),左高低(mm),右高低(mm),扭曲(mm),水平(mm),轨距变化率(‰),左正矢(mm),右正矢(mm),左轨向S(mm),右轨向S(mm),左高低S(mm),右高低S(mm),左轨向L(mm),右轨向L(mm),左高低L(mm),右高低L(mm),中线横向偏差(mm),中线垂向偏差(mm),超速标识,测量类别,扭曲基长(m),轨距变化率基长(m),轨枕号,保留字段(共32个),时间。

其中,“轨距”为相对于标准轨距的偏差;“公里”为里程的整公里数,“米”为公里标之间的小里程数,其小数点后保留位数与每米记录点数相一致;“轨枕号”为整数;“测量类别”按表2规定;“超速标识”以1代表超速,0代表不超速;“时间”格式为“YYYY-MM-DD hh:mm:ss”,其余数值保留1位小数。时间字段位于记录末尾,其前面可插入其他记录信息字段(如线路特征标记等信息),带参数的其他记录信息(如带70 m轨向、高低等)应按照“扭曲”记录方式添加字段。

注:带有“S”标注的轨向和高低对应30 m或48a(a为扣件节点间距,单位为米)基长,带有“L”标注的轨向和高低对应300 m或480a基长。

表2 测量类别代码

| 测量类型代码 | 类别代码含义 | | | |
|--------|----------|----------|------|------|
| | 内部几何参数测量 | 外部几何参数测量 | 左轨实测 | 右轨实测 |
| A | + | - | + | + |
| B | + | - | - | + |
| C | + | - | + | - |
| D | + | - | - | - |
| E | + | + | + | + |
| F | + | + | - | + |
| G | + | + | + | - |
| H | + | + | - | - |
| J | - | + | - | - |

注:“+”表示包含并满足本标准,“-”表示不包含或不保证结果满足本标准。

5.5.7 数据文件字段的数据填充应符合下述规定。

- a) 左右轨定义:以沿增里程方向为基准。
- b) 超高和水平字段数据的符号定义和填充要求如下。
 - 1) 超高符号定义:沿增里程方向,测量点处右侧钢轨高出时,超高的符号为正,反之为负;
 - 2) 水平符号定义:沿增里程方向,测量点处排除超高后,右侧钢轨高出时,水平的符号为正,反之为负。
- c) 轨向和正矢字段数据的符号定义和填充要求如下:
 - 1) 轨向、正矢数据符号定义:沿增里程方向,测量点处钢轨向右侧弯曲时,轨向和正矢的符

号为正,反之为负;

2) 直线段内正矢数据空填。

d) 高低数据符号定义:测量点处钢轨相对于弦测基准点向上凸起时,高低的符号为正。

e) 扭曲数据符号定义:沿增里程方向前方右侧高出为正,反之为负。

f) 以增里程方向前、后点结果之差为最终测量结果的项目,如轨距变化率、扭曲、30 m(或48a)弦和300 m(或480a)弦的平顺性等,结果应填入小里程点对应记录的相应字段内。

g) 各30 m(或48a)弦和300 m(或480a)弦的平顺性数据按统一起算点和里程顺序重叠排列;重叠区段长度为0.625 m(或a),各重叠段内测量点数据首点归入前一段,其余归入后一段,测量结果数据处理方法和存储要求应符合附录A的规定。

h) 无测量数据的字段,数据空填,不应填入“0”或空格。

i) 在进行数据统计时,曲线起终点归入曲线段。

5.5.8 测量后数据应按被测轨道的相应检修、修理或检测规程的要求生成测量报表。

5.6 结构参数

5.6.1 轨道内部几何参数测量装置

5.6.1.1 各参数测量范围应符合表3的规定。

表3 轨检仪各测量参数测量范围

| 序 号 | 项 目 | 测 量 范 围 | | | | 说 明 |
|-----|-------|---------------------|---------------------|-------------------|-----|---------|
| | | H 型、T 型、Q 型 | | L 型 | S 型 | |
| 1 | 轨距 | (1 410 ~ 1 470) mm | | | | — |
| 2 | 超高 | (- 200 ~ 200) mm | | | | — |
| 3 | 轨向、正矢 | 弦测法 | (- 2. 5 ~ 2. 5) mm | (- 400 ~ 400) mm | — | |
| | | 轨迹法 | — | | | |
| 4 | 高低 | 弦测法 | (- 1. 5 ~ 1. 5) mm | - 100 ~ 100) mm | — | |
| | | 轨迹法 | — | | | |
| 5 | 里程 | (0 ~ 9 999) km | | | | 系累计计算里程 |

5.6.1.2 轨距、轨向测量点距走行轮最低母线的有效高度为 $16_{-0.3}^0$ mm,其结构应能防止因不当装配导致的不满足此要求。

5.6.1.3 定位轮和测量轮工作面对自身轴承转动轴线的全跳动量应符合表4的要求。

表4 定位轮、走行轮和测量轮的要求

单位为毫米

| 基本结构型式 | | 全跳动量 | 直径变化量 | | 弹性变形 | 说 明 |
|-------------|-----|-------|--------------|---------|--------|--------------------|
| | | | 走行轮(用于里程累计的) | 定位轮、测量轮 | | |
| H 型、T 型、Q 型 | 弦测法 | ≤0.01 | 按表5里程要求 | ≤0.01 | ≤0.005 | — |
| | 轨迹法 | ≤0.02 | | ≤0.02 | ≤0.010 | — |
| S 型、L 型 | | ≤0.03 | | ≤0.03 | ≤0.015 | 不适用于无测量轮和定位轮的L型轨检仪 |

5.6.1.4 轨检仪各轨顶定位轮工作母线应在同一个平面内,其平面度允许误差:0级为0.3 mm,1级为0.5 mm。

5.6.1.5 L 型轨检仪还应符合下述规定：

- a) 有效工作直线距离的上限值不应小于 100 m；
- b) 轨向和高低测量零位的一致性不应大于 0.15 mm。

5.6.1.6 工作轮应符合下述规定：

- a) 在 150 N 压力作用下,走行轮(用于里程累计的)、定位轮和测量轮的径向弹性变形量不应大于表 4 的规定；
- b) 走行轮(用于里程累计的)、定位轮和测量轮的耐磨性均应满足正常使用 500 km 的要求；运行达到允许寿命里程时,直径变化量不应超过表 4 的规定,定位轮和测量轮的工作面对自身转动轴线的全跳动量不应大于表 4 规定的 1.5 倍。

5.6.2 重复拼装的可靠性

5.6.2.1 适用时,轨检仪横梁与纵梁及外部几何参数测量装置的重复拼装复位应可靠。重装后,在测量范围内,轨距和超高的示值变化量不应大于表 5 对该项目静态测量重复性要求的 2/3。

5.6.2.2 轨道外部几何参数测量装置相对于轨道内部几何参数测量装置的安装位置应稳定可靠。需重复拆装的,重装后,在测量范围内,测量装置的基准位置变化,在横向、纵向、高度方向上均不应大于 0.10 mm。

5.7 计量性能指标

轨检仪的主要检测项目及其计量性能指标应符合表 5 的规定。

表 5 轨检仪主要性能指标

| 序号 | 项 目 | | | 技术要求 | | 说 明 |
|----|-------|--------|-----|-----------|-----------|----------------------------------|
| | | | | 0 级 | 1 级 | |
| 1 | 轨距 | 零位正确性 | | ±0.15 mm | ±0.15 mm | 适用于静态测量 |
| | | 最大允许误差 | | ±0.30 mm | ±0.50 mm | 适用于静态测量和线路试验；应对使用环境温度的影响实时进行自动修正 |
| | | 测量重复性 | 静 态 | ≤0.15 mm | ≤0.20 mm | 3 次测量结果的极差 |
| | | | 线 路 | ≤0.225 mm | ≤0.375 mm | — |
| 2 | 轨距变化率 | 最大允许误差 | | ±0.02% | ±0.03% | 基长为 1 m |
| | | 测量重复性 | | ≤0.030% | ≤0.045% | 10 次测量结果的极差 |
| 3 | 超高 | 最大允许误差 | | ±0.30 mm | ±0.50 mm | 适用于静态测量和线路试验 |
| | | 掉头误差 | | ≤0.30 mm | ≤0.30 mm | 适用于静态测量 |
| | | 测量重复性 | 静 态 | ≤0.15 mm | ≤0.20 mm | 3 次测量结果的极差 |
| | | | 线 路 | ≤0.225 mm | ≤0.375 mm | — |
| 4 | 扭曲 | 最大允许误差 | | ±0.50 mm | ±0.70 mm | 适用于线路试验 |
| | | 测量重复性 | | ≤0.375 mm | ≤0.500 mm | |
| 5 | 高低、轨向 | 基本误差 | | ±0.3 mm | ±0.4 mm | 仅适用于 L 型轨检仪,相应重复性指标取允许基本误差的绝对值 |

表5 轨检仪主要性能指标(续)

| 序号 | 项 目 | | | 技术要求 | | 说 明 |
|----|--------|--------|-----------------------|----------|----------|--|
| | | | | 0 级 | 1 级 | |
| 5 | 高低、轨向 | 最大允许误差 | 10 m | ±0.7 mm | ±1.0 mm | — |
| | | | 30 m(或48 <i>a</i>) | ±0.7 mm | — | 任意相邻5 m矢距差 |
| | | | 300 m(或480 <i>a</i>) | ±3.0 mm | — | 任意相邻150 m矢距差 |
| | | 测量重复性 | 10 m | ≤0.50 mm | ≤0.75 mm | 适用于线路试验 |
| | | | 30 m(或48 <i>a</i>) | ≤0.50 mm | — | |
| | | | 300 m(或480 <i>a</i>) | ≤2.25 mm | — | |
| 6 | 正矢 | 最大允许误差 | | ±1.0 mm | ±1.0 mm | 20 m弦(对应曲线450 m≤ <i>R</i> ≤800 m) |
| | | 测量重复性 | | ≤0.75 mm | ≤0.75 mm | 适用于线路试验 |
| 7 | 线路横向偏差 | 最大允许误差 | | ±3.0 mm | ±10.0 mm | 适用于静态测量和线路试验;以全站仪作为外部几何参数测量装置的,不计入控制点的绝对误差 |
| | | 测量重复性 | 静态 | ≤1.5 mm | ≤5.0 mm | 3次测量结果的极差 |
| | | | 线路 | ≤1.5 mm | ≤5.0 mm | — |
| 8 | 线路垂向偏差 | 最大允许误差 | | ±2.5 mm | ±6.0 mm | 适用于静态测量和线路试验;以全站仪作为外部几何参数测量装置的,不计入控制点的绝对误差 |
| | | 测量重复性 | 静态 | ≤1.20 mm | ≤3.0 mm | 3次测量结果的极差 |
| | | | 线路 | ≤1.25 mm | ≤3.0 mm | — |
| 9 | 里程 | | | ±0.1% | ±0.1% | 里程累计误差 |

5.8 安全性要求

5.8.1 绝缘性能

轨检仪工作轮自身及各轮之间、机架两侧之间、机架底部最突出部位之间绝缘电阻值不应小于 $1\text{ M}\Omega$ 。轨检仪在任何姿态下都应满足轨道绝缘的要求。

5.8.2 激光功率

对于采用激光装置的轨检仪,激光出瞳光功率不应大于 15 mW 。

5.9 电源适应性

当轨检仪的电池电压在额定值的 $\pm 10\%$ 范围内变化时,轨检仪应能正常工作。任意单元采用独立电池时,应具有电源电量自动提示功能。

5.10 示值稳定性

轨检仪持续工作 8 h ,其轨距、超高、外部几何参数零点的示值变化,应符合表 6 的规定。

表 6 轨检仪示值稳定性要求

| 序 号 | 项 目 | | 技术要求 | | 说 明 |
|-----|----------|-------|----------|----------|-------------|
| | | | 0 级 | 1 级 | |
| 1 | 轨距零点变化量 | | ≤0.05 mm | ≤0.07 mm | — |
| 2 | 超高零点 | 变 化 量 | ≤0.05 mm | ≤0.07 mm | — |
| | | 示 值 | ≤0.15 mm | ≤0.15 mm | — |
| 3 | 外部几何参数零点 | | ≤1.0 mm | ≤2.0 mm | 仅适用于相对位置的测量 |

5.11 外部几何参数测量装置

以全站仪和水准仪作为外部几何参数测量装置的,全站仪应满足 JJG 100 和 JJG 703 的要求,水准仪应满足 JJG 425 的要求,全站仪的环境适应温度应覆盖(-10 ~40)℃。

以 GNSS 作为外部几何参数测量装置的,应满足 TB 10054—2010 的要求,其接收机应与线路卫星基准控制网联测。

外部几何参数测量结果应符合表 5 的规定。

5.12 标定器

标定器可选配,其指标应符合附录 B 的规定。

5.13 线路测量要求

5.13.1 轨道内部几何参数

5.13.1.1 测量重复性

采用轨检仪对附录 C 规定的试验线路进行 5 个往返的实际测量。在试验数据有效区段随机选取 50 个测量点。各点轨道内部几何参数的测量结果,与该点相应项目 5 个往返(计 10 次)测量结果平均值之差,符合表 5 重复性规定的结果合格率不应少于 95%。

5.13.1.2 测量正确性

按附录 C 规定选取的 50 个参考点并得到参考值,将上述测量结果中相应项目的实际测量结果分别与对应参考值进行比较,符合表 5 示值误差规定的结果合格率不应少于 95%。

5.13.2 轨道外部几何参数

具有外部几何参数测量功能的轨检仪应按如下要求进行试验。

- a) 测量重复性:分别计算 10 个测量点的线路横向偏差、线路垂向偏差单次测量结果与该点10 次测量结果平均值之差,符合表 5 重复性规定的结果合格率不应少于 95%。
- b) 测量正确性:分别计算 10 个测量点的线路横向偏差、线路垂向偏差测量结果,符合表 5 示值误差规定的结果合格率不应少于 95%。此项不适用于轨道外部几何参数相对测量装置。

5.14 环境适应性要求

5.14.1 整套装置分别关机放置于 -20 ℃ 的环境条件下恒温 4 h 后,轨距和超高的变化量与该点常温时误差之代数和应符合表 5 示值误差的规定。

5.14.2 整套装置分别关机放置于 +50 ℃ 的环境条件下恒温 4 h 后,轨距和超高的变化量与该点常温时误差之代数和应符合表 5 示值误差的规定。

5.14.3 整体装置关机放置于 +40℃、93%RH 的环境条件下 2 d 后应正常工作,且绝缘性能符合 5.8.1 的规定。

5.14.4 轨检仪按 GB/T 2423.38—2008 在严酷等级为 (10 ± 5) mm/h, $D_{50} = (1.9 \pm 0.2)$ mm 的雨淋条件下,持续时间 30 min 应可靠工作(不附加外置防雨措施),且绝缘性能符合 5.8.1 的规定。

5.14.5 轨检仪按 GB/T 2423.37—2006 在严酷等级为粒子尺寸小于 150 μm 、沙/尘浓度 3 g/m³、气流速度 5 m/s 的条件下,持续时间 4 h 应无外观破损,活动部件应运动灵活,不应有卡滞现象。

5.14.6 轨检仪的电磁兼容性应符合 GB/T 18268.1—2010 第 6 章的表 1 外壳部分的规定。

6 检验方法

6.1 总体和外观检查

6.1.1 外观和功能

先目测检查外观,然后开启轨检仪,通电并试运行,以工作状态进行检查。

6.1.2 测量效率

采用秒表检验自按下测量键至显示测量结果的时间。

6.1.3 总体质量

采用适用的称重器具对轨检仪进行称重。

6.1.4 轨距测量装置接触测量力

采用弹簧测力计分别将轨检仪轨距拉动或压缩至测量上、下限附近,记录此时弹簧测力计的数值,即为相应位置的轨检仪测量轮测量力实测值。检查轨检仪最小、最大轨距时的测量力是否符合 5.2.6 的规定。

6.2 电源和无线通信

6.2.1 电池容量

电池充电饱满后,轨检仪开机,在 (20 ± 10) ℃ 状态下,测量轨检仪持续工作时间。

6.2.2 无线通信距离

将无线通信收发单元分开放置,距离不应小于最大数据传输距离,进行数据传输测试。

6.3 结构参数

6.3.1 各内部几何参数测量范围结合其示值误差的检验进行确认。

6.3.2 用深度尺或其他量具,测量轨距、轨向测量点距轨顶定位轮最低母线的有效高度。

6.3.3 用千分表测量定位轮和测量轮工作面对自身转动轴线的全跳动量。

6.3.4 将等高块放在平板上,将轨检仪各定位轮放在等高块上,使各轨顶定位轮与等高块接触后,用塞尺测量轨顶定位轮与等高块上平面的间隙 δ_x ,按公式(1)计算得到实际平面度 Δ_x 。

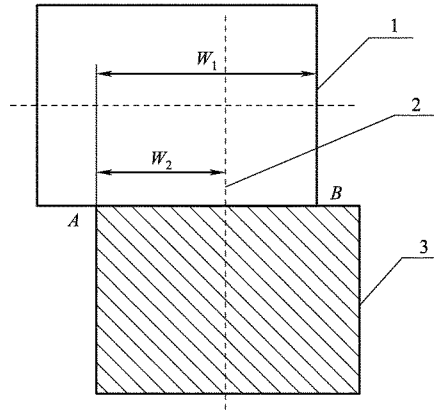
$$\Delta_x = 2 \times \delta_x \times W_2 / W_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Δ_x ——实际平面度的数值,单位为毫米(mm);

δ_x ——实际检测到的间隙量的数值,单位为毫米(mm);

W_1 ——实际间隙量对应的“接触”长度的数值(见图1),单位为毫米(mm);
 W_2 ——轨顶(“1505”)位置线到 W_1 两端面距离(见图1)的较大值,单位为毫米(mm)。



说明:

- 1——轨顶定位轮;
- 2——轨顶(“1505”)位置线;
- 3——等高块(截面)。

图1 轨顶定位轮工作母线共面性测量区域示意

6.3.5 L型轨检测仪的检验还应满足如下要求:

- a) 激光发射和测量装置有效工作距离按其标称值在测量线路或模拟装置上结合示值误差的检验进行验证;
- b) 激光发射和测量装置的一致性在L型轨检测仪专用检定装置上进行。

6.3.6 重复拼装可靠性检验应满足以下要求:

- a) 调整检定台各参数至正常工作范围内任意位置,在轨检测仪重复拼装前后分别读出轨距、超高的示值,得到变化量。检定台应符合附录D的规定;
- b) 轨道外部几何参数测量装置需要拆装的,在平板上将仪器进行可靠装夹后用千分表、示值误差不大于0.02 mm的测距仪器以及分度值为0.02 mm的高度尺,经5次重复拆装和测量,得到轨道外部几何参数测量装置基准面的横向、纵向和高度方向位置变化量。

6.4 工作轮质量

6.4.1 在走行轮(用于里程累计的)、定位轮和测量轮轴正上方加150 N压力,用千分表分别测量其径向弹性变形量。

6.4.2 走行轮(用于里程累计的)、定位轮和测量轮的使用寿命(耐磨性)按如下方法检验:先用千分尺测量出走行轮的直径,然后将被检验轮与专用工装的标准轮(其硬度与钢轨接近)平行接触,在150 N相互挤压力的作用下相对匀速(速度约8 km/h)滚动,持续转动至折合运行里程500 km,再次测量直径;用千分表测量定位轮和测量轮对自身转动轴线的全跳动量。

6.5 计量性能

6.5.1 轨道内部几何参数测量装置

6.5.1.1 在轨检测仪超高测量范围内选取不少于21点(包括“零位”和测量上、下限测量点),利用检定台对轨检测仪各点超高的示值误差进行检测,并按公式(2)计算得到超高掉头误差 e_x 。

$$e_x = |e_1 + e_2| = |h_1 - h_{10} + h_2 - h_{20}| \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- e_x ——超高掉头误差的数值,单位为毫米(mm);
- e_1 ——正向超高测量示值误差,单位为毫米(mm);
- e_2 ——反向超高测量示值误差,单位为毫米(mm);
- h_1 ——轨检仪测量正向超高测量值,单位为毫米(mm);
- h_{10} ——检定台正向超高复现值,单位为毫米(mm);
- h_2 ——轨检仪测量反向超高测量值,单位为毫米(mm);
- h_{20} ——检定台反向超高复现值,单位为毫米(mm)。

注: h_1 、 h_{10} 、 h_2 、 h_{20} 均为带符号数值。

6.5.1.2 在检定台上,对表5中所列其他项目的静态指标进行常规检验,得到各项目(在测量范围内均匀选取不少于4点及另外任意一点)的示值误差并检查其测量范围。

6.5.1.3 轨向、高低的静态示值误差不应超过实际工作中的轨向、高低和正矢按系统的传递函数反算的“单步误差”。

6.5.1.4 利用检定台,在测量范围内任意一点重复测量3次,观测相应参数示值的极差。

6.5.1.5 对于L型轨检仪应满足如下要求。

- a) 对于轨距和超高的检测,至少应检测激光发射装置的超高以及测量装置的轨距和超高;
- b) 将激光发射和测量装置以正常工作的方式分别置于L型轨检仪专用检定装置上,两者距离为激光发射和测量装置的最小工作距离,采用量块在轨检仪轨向、高低的测量范围内选择5个点检验其基本误差;
- c) 将激光发射和测量装置以正常工作的方式和环境条件下,分别置于轨道或模拟测量装置上,两者距离为激光发射和测量装置的最大工作距离,分别在测量装置的轨向、高低测量范围内,选择5个点采用量块进行测量,其读数(即矢距)与量块尺寸之差均不应超过表5规定允许误差的 $1/\sqrt{2}$ 倍。

注:检测前可按说明书规定的方法对轨检仪的超高“零位”进行一次标定。

6.5.2 轨道外部几何参数测量装置

6.5.2.1 相对测量装置

6.5.2.1.1 示值误差

利用检定台,分别在轨检仪横向和垂向的测量范围内任取5点,观测并记录轨检仪横向和垂向示值,该示值与检定台对应点示值之差即为相应示值误差。

适用时,将轨检仪掉转180°后再次重复上述过程。

6.5.2.1.2 测量重复性

利用检定台,在测量范围内任意一点重复测量3次,观测横向偏差和垂向偏差示值,并计算极差。

6.5.2.2 绝对测量装置

适用时,全站仪按JJG 100和JJG 703的规定进行;水准仪按JJG 425的规定进行;GNSS接收机按TB 10054—2010的规定进行。

6.6 安全性指标

6.6.1 绝缘性能

用500 V兆欧表分别对轨检仪工作轮自身及各轮之间、机架两侧之间、机架底部最突出部位之间

每个部位的绝缘电阻值,进行连续 1 min 测量。

6.6.2 激光功率

采用激光功率计进行检验。

6.7 电源适应性

用可调直流稳压电源替代轨检仪电池,分别将电压值调整到额定值的 90%和 110%,对轨检仪进行试验。

6.8 示值稳定性

将检定台轨距、超高调整至零位,将轨检仪置于检定台上,读出轨检仪的轨距、超高、轨道外部几何参数(适用时),然后将轨检仪从检定台上取下。保持开机状态 8 h 后,再将轨检仪置于检定台上,读出轨检仪的轨距、超高、轨道外部几何参数示值,得到示值变化量。

6.9 线路测量

6.9.1 试验项目

对各型式轨检仪内部几何参数的具体试验项目应符合表 7 的规定。

表 7 轨检仪内部几何参数线路试验项目

| 序 号 | | 项 目 | | 基本型式列表 | |
|--------------------------|-------------|-------|--------------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | 0 级 | 1 级 |
| 1 | 轨距 | 测量正确性 | 全部型式 | 全部型式 | |
| | | 测量重复性 | 全部型式 | 全部型式 | |
| 2 | 轨距变化率的重复性 | | 全部型式 | 全部型式 | |
| 3 | 超高 | 测量正确性 | 全部型式 | 全部型式 | |
| | | 测量重复性 | 全部型式 | 全部型式 | |
| 4 | 扭曲(三角坑)的重复性 | | 全部型式 | 全部型式 | |
| 5 | 高低 | 测量正确性 | 10 m 弦 | H、T、Q、L ^a | H、T、Q、L ^a |
| | | | 30 m(或 48 <i>a</i>) 弦 | H、T、Q、L ^a | — |
| | | | 300 m(或 480 <i>a</i>) 弦 | H、T、Q、L | |
| | | 测量重复性 | 所有示值误差要求弦长 | H、T、Q、L | H、T、Q、L |
| 6 | 轨向 | 测量正确性 | 10 m 弦 | H、T、Q、L ^a | H、T、Q、L ^a |
| | | | 30 m(或 48 <i>a</i>) 弦 | H、T、Q、L ^a | — |
| | | | 300 m(或 480 <i>a</i>) 弦 | H、T、Q、L | |
| | | 测量重复性 | 所有示值误差要求弦长 | H、T、Q、L | H、T、Q、L |
| 7 | 正矢 | 测量正确性 | H、T、Q、L | H、T、Q、L | |
| | | 测量重复性 | H、T、Q、L | H、T、Q、L | |
| 8 | 里 程 | | 全部型式 | 全部型式 | |
| ^a L 型静态测量不适用。 | | | | | |

6.9.2 试验条件

在符合附录 C 规定的条件下进行。

6.9.3 实际测量

预设报警限度值,轨检仪在相同条件下,以正常、均匀的步行速度(3.5~4) km/h,对线路进行 5 个往返的实际测量。

注:线路试验前可按说明书规定的方法对轨检仪的超高“零位”进行一次标定。

6.9.4 软件界面和数据采集处理检查

检查运行结果。打开数据处理软件,检查相应数据文件和处理系统等功能模块。

6.9.5 轨道内部几何参数

6.9.5.1 测量重复性

在试验数据有效区段随机选取 50 个测量(里程)点(避开轨缝两侧 500 mm 范围内数据),试验数据有效区段位置和长度应符合表 8 的规定。分别计算表 5 所列项目各点测量结果与该点 10 次测量结果平均值之差,统计各项目符合表 5 规定结果数的百分率。

表 8 试验数据有效区段位置和长度

| 项 目 名 称 | | 有效区段起始点 | 有效区段长度 |
|---|---------------|---------|-------------|
| 轨 距 | | 0 | L_0 |
| 轨距变化率 | | 0 | $L_0 - L_1$ |
| 超高(水平) | | 0 | L_0 |
| 扭 曲 | | 0 | $L_0 - L_2$ |
| 高低轨向 | 10 m 弦 | 5 m | $L_0 - 10$ |
| | 30 m(48a) 弦 | 0 | $L_0 - 5$ |
| | 300 m(480a) 弦 | 0 | $L_0 - 150$ |
| 正 矢 | | 10 m | $L_0 - 20$ |
| 线路横向和垂向偏差 | | 按实际设定点 | 按实际设定点 |
| 注 1:位置均从直线端(小里程端)为起点。 注 2: L_0 为试验区段基本长度; L_1 为轨距变化率基长; L_2 为扭曲基长。 | | | |

6.9.5.2 测量正确性

计算表 5 所列项目 50 个参考点的轨检仪各次测量结果与参考值之差,所有差值除以 k , k 按公式(3)计算,统计各项目满足表 5 规定结果数的百分率。

$$k = \sqrt{\Delta^2 + \Delta_0^2} / \Delta \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

k ——包含因子;

Δ ——轨检仪的最大允许误差(mm);

Δ_0 ——参考值测量方法的最大允许误差(mm)。

6.9.6 轨道外部几何参数

6.9.6.1 在相同的条件下往返5次(第5个往返轨检仪掉头)分别测量10个外部几何参数测量点的横向偏差和垂向偏差。

6.9.6.2 测量重复性:计算轨检仪相应点的各次测量结果与该点10次测量结果平均值之差,统计各项目符合表5规定结果数的百分率。

6.9.6.3 测量正确性:计算轨检仪相应点的各次测量结果与该点参考值之差,所有差值除以 k ,统计各项目符合表5规定结果数的百分率。

6.10 环境适应性试验

6.10.1 借助专用试验装置按GB/T 2423.1的规定进行低温试验。先将专用试验装置妥善放置于试验箱内底部,并在常温下开机,将轨检仪稳定地放在专用试验装置上,记录轨检仪轨距和超高初始值以及专用试验装置底部水平测量结果(采用0.1 mm/m条式水平仪,同上),然后将轨检仪关机,在低温($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$)状态下恒温4 h后开机并预热15 min,再观测轨检仪的轨距和超高示值以及专用试验装置底部水平的变化量。在根据专用试验装置底部水平的变化量对超高进行修正后,轨距和超高的示值变化量与该点常温时误差之代数和,即为试验点在低温下的示值误差。试验后恢复至常温状态。

6.10.2 借助专用试验装置按GB/T 2423.2的规定进行高温试验。先记录轨检仪轨距和超高初始值以及专用试验装置底部水平测量结果,然后将轨检仪关机,在高温($50\text{ }^{\circ}\text{C}$)状态下恒温4 h后开机并预热15 min,再观测轨检仪的轨距和超高示值以及专用试验装置底部水平的变化量。在根据专用试验装置底部水平的变化量对超高进行修正后,轨距和超高的示值变化量与该点常温时误差之代数和,即为试验点在高温下的示值误差。

6.10.3 按GB/T 2423.3的规定进行恒定湿热试验。轨检仪关机,在湿热($40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 93%RH)状态下持续2 d,在该湿热条件下,轨检仪开机,检查其工作状态。在自然条件下恢复2 h后,其兆欧表检测其绝缘电阻。

6.10.4 轨检仪开机,按GB/T 2423.38—2008方法Ra1对轨检仪进行水试验,外表面擦拭后,检查其工作状态,并用兆欧表检测其绝缘电阻。

6.10.5 轨检仪开机,按GB/T 2423.37—2006方法Lc1对轨检仪进行沙尘试验,清除外表面沙尘后,检查其工作状态。

6.10.6 轨检仪开机,按GB/T 18268.1—2010的规定进行静电放电(ESD)和射频电磁场试验。

7 检验规则

7.1 检验分为出厂检验和型式检验,出厂检验及型式检验项目应符合表9的规定。

表9 型式检验及出厂检验项目

| 序 号 | 试 验 项 目 | 型 式 检 验 | 出 厂 检 验 | 技术要求对应条款 | 检验方法 对应条款 |
|-----|---------|---------|---------|-----------------|--------------|
| 1 | 总体和外观检查 | √ | √ | 5.2、5.3 | 6.1 |
| 2 | 电源和无线通信 | √ | — | 5.4 | 6.2 |
| 3 | 结构参数 | √ | √ | 5.6 | 6.3 |
| 4 | 工作轮质量 | √ | 抽检 | 5.6.1.3、5.6.1.6 | 6.4 |
| 5 | 计量性能 | √ | √ | 5.7 | 6.5 |

表9 型式检验及出厂检验项目(续)

| 序 号 | 试 验 项 目 | | 型 式 检 验 | 出 厂 检 验 | 技术要求对应条款 | 检验方法 对应条款 |
|-----------------------|---------|------|---------|---------|----------|--------------|
| 6 | 安全性指标 | 绝缘性能 | √ | √ | 5.8.1 | 6.6 |
| | | 激光功率 | √ | 抽检 | 5.8.2 | |
| 7 | 电源适应性 | | √ | — | 5.9 | 6.7 |
| 8 | 示值稳定性 | | √ | 抽检 | 5.10 | 6.8 |
| 9 | 线路测量 | | √ | 抽检 | 5.13、5.5 | 6.9 |
| 10 | 环境适应性试验 | | √ | — | 5.14 | 6.10 |
| 注：“√”表示应检验；“—”表示可不检验。 | | | | | | |

7.2 轨检仪应逐台进行出厂检验合格后,出具产品合格证。

7.3 凡属下列情况之一时应进行型式检验:

- 新产品试制或产品转场生产定型时;
- 产品的设计和工艺上的变更引起某些性能发生变化时,应进行有关项目的型式检验;
- 当出厂检验结果与以前的型式检验结果差异较大时;
- 产品停产两年以上恢复生产时。

7.4 型式检验的样品应从出厂检验合格的产品(至少5台)中抽取1台。

8 标志、随机文件、包装和储存

8.1 标志

每台产品均应有铭牌。铭牌应至少注明:

- 产品名称及型号;
- 准确度等级;
- 出厂编号;
- 出厂年月;
- 制造企业(代号)。

8.2 随机文件

每台设备出厂时应提供产品合格证、电路原理图、接线图、使用和维护说明书、装箱单各一份。并配备数据后处理应用软件。

使用说明书中应给出计程轮公称直径,以及里程修正方法、轨距和超高“零点”标定方法。对于L型轨检仪,说明书中应注明最长的有效测量距离及其限制条件(如不同曲线半径、气象条件等对应的有效测量距离)。

8.3 包装

设备的包装应按GB/T 191的规定,标明“小心轻放”、“向上”、“怕湿”等标志,并标明产品名称及型号、制造企业(代号)或商标、收货单位的名称、地址等。包装箱应采取防潮、防振、防尘措施,预防运输过程中可能造成的损坏。

8.4 储存

设备应储存在通风良好、温度(-25 ~ 55) ℃、空气相对湿度不应大于 90%RH、周围无带酸、碱或其他有害介质的库房中。

储存超过 6 个月以上,应开箱通风;储存超过一年,按 6.1 的要求进行总体和外观检查。

附录 A

(规范性)

轨道平顺性测量结果数据处理方法和存储要求

A.1 30 m(或 48a)弦轨道平顺性

假定有效区段内最小里程点为 P_1 , 取 30 m(或 48a)弦线, 按间距 5 m(或 8a)均分, 得到 6 个子区段, 每个子区段包含 n 个检测点(不含尾点, n 为 2 的指数幂, 是指实际测量结果对应里程点数, 一般 $n \geq 8$), 假定 $n = 8$ [点间隔为 0.625 m(或 a), 见图 A.1], 则有 P_1, P_2, \dots, P_{49} 共计 49 个里程点, 于是具体评价方法如下: $P_1, P_9, P_{17}, P_{25}, P_{33}, P_{41}$ 构成第 1 组评价点(点间隔 5 m, 下同), $P_2, P_{10}, P_{18}, P_{26}, P_{34}, P_{42}$ 构成第 2 组评价点, 以此类推, 直到 $P_8, P_{16}, P_{24}, P_{32}, P_{40}, P_{48}$ 构成第 n ($n = 8$) 组评价点, 完成本 30 m(或 48a)弦段评价。按照 0.625 m(或 a)的重叠区段长度, 下一评价段自 P_{48} 起至 P_{96} , 重复按相同的方法确定评价组。

具体评价方法示例: P_{25} 与 P_{33} 间的轨向检测按公式(A.1)计算。

$$\Delta_h = (h_{25\text{设计}} - h_{33\text{设计}}) - (h_{25\text{实测}} - h_{33\text{实测}}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

式中:

Δ_h ——第 25 点的 30 m(或 48a)弦轨向检测值;

$h_{25\text{设计}}$ ——第 25 点的 30 m(或 48a)弦轨向设计矢距值;

$h_{33\text{设计}}$ ——第 33 点的 30 m(或 48a)弦轨向设计矢距值;

$h_{25\text{实测}}$ ——第 25 点的 30 m(或 48a)弦轨向实测矢距值;

$h_{33\text{实测}}$ ——第 33 点的 30 m(或 48a)弦轨向实测矢距值。

Δ_h 填入 P_{25} 里程点的轨向字段内。

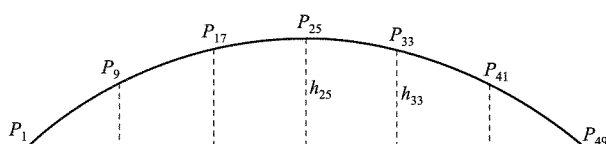


图 A.1 30 m(或 48a)弦轨道平顺性检测点分布示意

A.2 300 m 弦(或 480a)弦轨道平顺性

假定有效区段内最小里程点为 P_1 , 取 300 m(或 480a)弦线, 按间距 150 m(或 240a)均分, 得到 2 个子区段, 每个子区段包含 k 个检测点(不含尾点, k 为 2 的指数幂, 是指实际测量结果对应里程点数, 一般 $k \geq 240$), 假定 $k = 240$ [点间隔为 0.625 m(或 a), 见图 A.2], 则有 P_1, P_2, \dots, P_{481} 共计 481 个里程点, 于是具体评价方法如下: P_1, P_{241} 构成第一组评价点(点间隔 150 m, 下同), P_2, P_{242} 构成第 2 组评价点, 以此类推, 直到 P_{240}, P_{480} 构成第 k ($k = 240$) 组评价点, 完成本 300 m(或 480a)弦段评价。按照 0.625 m(或 a)的重叠区段长度, 下一评价段自 P_{480} 起至 P_{960} , 重复按相同的方法确定评价组。

具体评价方法示例: P_{25} 与 P_{265} 间的轨向检测按式(A.2)计算。

$$\Delta_l = (l_{25\text{设计}} - l_{265\text{设计}}) - (l_{25\text{实测}} - l_{265\text{实测}}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.2})$$

式中:

Δ_l ——第 25 点的 300 m(或 480a)弦轨向检测值;

- $l_{25\text{设计}}$ ——第 25 点的 300 m(或 480a)弦轨向设计矢距值;
 $l_{265\text{设计}}$ ——第 265 点的 300 m(或 480a)弦轨向设计矢距值;
 $l_{25\text{实测}}$ ——第 25 点的 300 m(或 480a)弦轨向实测矢距值;
 $l_{265\text{实测}}$ ——第 265 点的 300 m(或 480a)弦轨向实测矢距值。
 Δ_1 填入 P_{25} 里程点的轨向字段内。

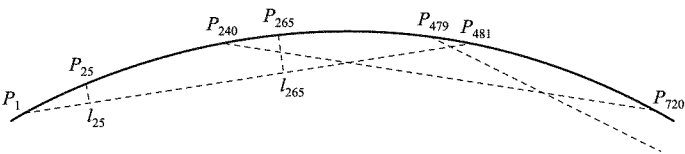


图 A.2 300 m(或 480a)弦轨道平顺性检测点分布示意

附录 B

(规范性)

轨道检查仪标定器的技术要求

B.1 概述

轨检仪标定器用于对轨检仪的轨距、超高的零点标定。标定器的各功能单元可独立构成。超高“零点”采用互为相反方向两次测量的方法进行标定。

B.2 技术要求

B.2.1 外观及各部分相互作用

B.2.1.1 电镀零件的外观应光滑细致,没有斑点、凸起和未镀上的地方。表面美观、光滑,具有较好的光泽,不应用裂纹、流痕、起泡等缺陷。

B.2.1.2 各紧固件固定牢靠;各活动部件运动灵活,不应有松动或卡阻现象。

B.2.1.3 标定器应采用钢质结构,整体结构和支撑应稳固可靠。

B.2.1.4 标定器上应标志:标称值、产品序号、出厂日期、生产企业名称或厂标。

B.2.2 工作表面硬度

各工作表面硬度不应小于 50 HRC。

B.2.3 工作面表面粗糙度

各工作面的表面粗糙度为 $MRR Ra 1.6$ 。

B.2.4 轨距标定单元

B.2.4.1 测量面间的平行度公差为 0.2 mm。

B.2.4.2 测量面对顶面公共平面的垂直度公差为 0.05 mm。

B.2.4.3 标准轨距不宜超过 $(1\,435 \pm 2.0)$ mm,按实际值使用。

B.2.5 超高标定单元

超高标定单元工作面应为柱形面,其最高母线之间的距离应为 $(1\,505 \pm 0.5)$ mm,平行度公差为 0.5 mm。超高偏差不宜超过 ± 10 mm。标定器工作边长度不应小于 1 260 mm,也可根据用户合同的规定确定。

附录 C

(规范性)

线路试验场地及相关要求

C.1 轨道数据的获得

C.1.1 具有直线、缓和曲线和圆曲线的一段连续轨道作为标准试验线。各线型长度分别不少于 320 m、50 m 和 120 m, 试验线的线路状态应与被检轨检仪的准确度等级相适应。根据标准试验线的有效长度及其位置按固定的里程间隔(兼顾扣件节点位置, 2.5 m 或其整数倍)确定 120 个(直线段 60 个, 缓和曲线段 20 个、圆曲线段 40 个)轨道内部几何参数测量点并在轨道上准确标记, 从中随机选取 50 个点作为参考点进行内部几何参数的实际静态测量, 得到相应参考值。

C.1.2 若被检轨检仪具有轨道外部几何参数测量功能, 则需要根据标准试验线的有效长度及其位置, 选取 10 个轨道外部几何参数参考点(尽量包括有效区段的起始点、终止点、直缓点、缓圆点, 必要时可与基准定位桩位置相对应, 也可与内部几何参数测量点重合)并在轨道上准确标记。

C.1.3 若被检轨检仪的轨道外部几何参数测量依赖于 CPⅢ控制网, 则还应符合以下规定:

- a) 按 TB 10601—2009 的要求沿线建立永久性 CPⅢ控制网;
- b) 在试验前对控制网按 TB 10601—2009 的 3.5、4.7 规定进行复测。

C.1.4 试验区段在试验期间应无行车, 保持轨道稳定。

C.2 仪器与环境条件

C.2.1 轨道内部几何参数测量

1 级轨距尺配合 1 级 2 m 平尺和合像水平仪, 或者 0 级轨距尺; 平顺性测量仪, 对于 300 m 弦的平顺性参数测量, 也可采用轨道几何参数测量仪。

C.2.2 轨道外部几何参数测量

若被检轨检仪的轨道外部几何参数测量依赖于 CPⅢ控制网, 则仪器设备应满足以下要求:

- a) 精度等级不低于 $0.5''$ 、 $\pm(1 + D \times 10^{-6})$ mm 的全站仪, D 为被测距离, 单位为毫米(mm);
- b) 高精度 CPⅢ控制点的棱镜适配器及棱镜;
- c) 放样棱镜;
- d) 每公里往返测高差中误差不应大于 0.3 mm 的数字水准仪。

若被检轨检仪的轨道外部几何参数测量依赖于 GNSS, 则仪器设备应为标称标准差不低于 $(5 + 1 \times 10^{-6}d)$ mm 的接收机, d 为测量距离, 单位为千米(km)。

试验现场环境条件应符合以下规定:

- e) 现场通视条件良好, 300 m 范围内无振动, 无电力线路干扰, 无阳光直射;
- f) 环境温度应为 $(-20 \sim 50)^\circ\text{C}$;
- g) 可视距离不小于 1 000 m;
- h) 相对湿度不超过 80%;
- i) 温度变化速度不大于 $2^\circ\text{C}/0.5\text{ h}$;
- j) 风速不大于 5 m/s。

C.3 轨道数据的获得

C.3.1 理论数据

若被检轨检仪具有轨道外部几何参数测量功能,根据设计参数核算确定外部几何参数参考点的理论平面坐标和高程。

C.3.2 参考值

C.3.2.1 轨道内部几何参数

C.3.2.1.1 轨距采用 0 级或 1 级轨距尺测量。

C.3.2.1.2 用平尺及合像水平仪测量确定里程点的超高。也可采用 0 级轨距尺代替平尺及合像水平仪进行测量。

C.3.2.1.3 短波高低、轨向以及正矢采用光学长弦或更高准确度的其他方法测量和计算,长波高低、轨向采用轨道测量仪或更高准确度的其他方法(如:光学长弦)测量和计算。

C.3.2.2 轨道外部几何参数

C.3.2.2.1 若被检轨检仪的轨道外部几何参数测量依赖于 CPⅢ 控制网,则根据实际测量路段总长,按适当间距随机选取 10 个参考点,采用与轨检仪外部几何参数测量同等或更高准确度的测量设备对线路进行测量,并记录数据,将此数据作为外部几何参数参考值。

然后对参考点采用精密水准仪直接测量左右轨的轨顶面高程,并以之为基础换算出线路中心线高程。

全站仪在最优测量距离内用 8 个以上 CPⅢ 控制点自由设站后,在参考点处采用专用装置将放样棱镜置于左右轨顶面上,用全站仪读取该棱镜测量值,并根据该数值换算出线路左、右轨及中心线平面坐标参考值。

C.3.2.2.2 若被检轨检仪采用相对坐标测量外部几何参数,则控制点宜设于线路外侧,距线路中线的距离以(3~4)m 为宜,控制点的间距以 20 m 为宜;高程位于轨面高程 ± 1 m 的范围内。

控制点实物应满足如下要求:

- a) 应与 CPⅢ 联网联测,或在 CPⅢ 的基础上,通过加密基桩测量的方式获得其三维坐标;
- b) 运用坐标变换算法,以线路目标线型为基准,计算出每个控制点与线路中线之间的横向与垂向偏移的标准值;
- c) 运用坐标变换算法,以线路目标线型为基准,计算出与每个控制点对应的线路参考点的三维坐标的参考值;
- d) 应设置在稳固、可靠、不易破坏和便于测量的地方,并应防冻、防沉降和抗移动,标识要清晰、齐全、便于准确识别和使用;
- e) 其结构应采用带强制对中功能,并与棱镜支架具有互换性,必要时应锁紧或设为永固结构。

C.3.2.2.3 若被检轨检仪采用 GNSS 接收机测量外部几何参数,应按照 TB 10054—2010 的要求与线路卫星基准控制网联合测量。

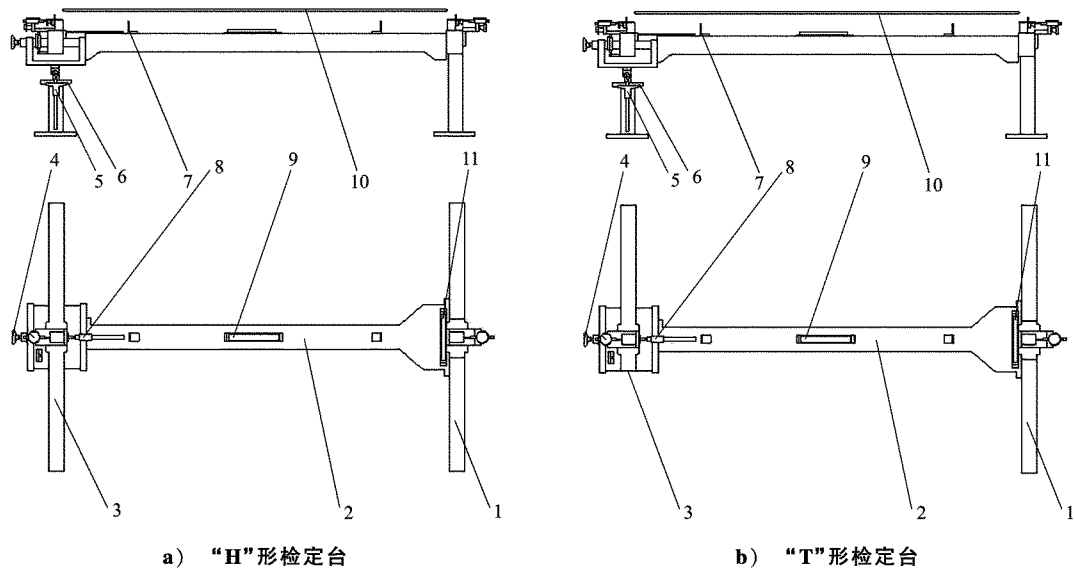
附录 D

(规范性)

轨道检查仪检定台的技术要求

D.1 概述

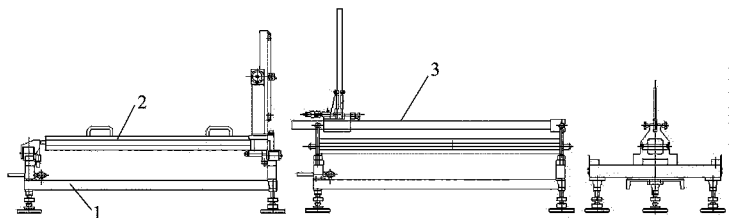
轨道检查仪检定台(以下简称“检定台”)用于对轨检仪的轨距、超高、轨向(单步)、高低(单步)等的检测。其结构见图 D.1、图 D.2。



说明:

- 1——固定长梁;
- 2——大梁;
- 3——活动(长)梁;
- 4——轨距手轮;
- 5——超高测量尺;
- 6——超高手轮;
- 7——量规支架;
- 8——轨距显示装置;
- 9——横向水平仪;
- 10——工作量规;
- 11——纵向水平仪。

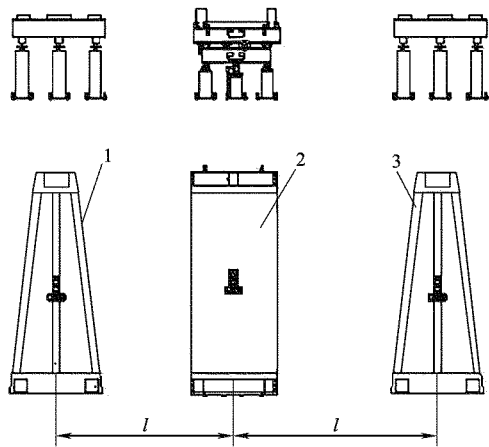
图 D.1 不带外部几何参数检定装置的检定台示意



说明：
1——轨检仪检定台；
2——被检轨检仪；
3——外部几何参数检定装置。

图 D.2 带外部几何参数检定装置的检定台示意

对于 L 型轨检仪,需采用如图 D.3 所示形式构成的检定台进行检定。其中,主检定单元执行轨检仪轨距、超高的检定,并与两个辅检定单元一起(应满足长梁在轨向和高低方向上的共线要求),共同完成对轨向和高低(矢距)的检定。



说明：
1,3——辅检定单元；
2——主检定单元；
 l ——主检定单元与辅检定单元之间距离,通常为 2 m。

图 D.3 L 型轨检仪检定台组成示意

D.2 技术要求

D.2.1 通用要求

D.2.1.1 外观

D.2.1.1.1 检定台各零部件无锈蚀、碰伤及表面涂镀层脱落等缺陷,水平仪保护玻璃完整、透明洁净,无划痕。活动、固定测量块测量面无划痕、压痕等;检定台的工作量杆不应有明显可见的弯曲变形。纵、横方向应具有水平仪,且应安装于固定位置。

D.2.1.1.2 外形呈“H”形。此条不适用于超高复现范围包含正负行程的检定台。

D.2.1.1.3 采用数字显示的检定台,数显部分显示的数字和符号清晰完整。

D.2.1.1.4 检定台上应标志:产品型号、产品名称、产品序号、出厂日期、制造厂厂名或商标。

D.2.1.2 显示装置

D.2.1.2.1 水平仪

检定台横向(沿轨距方向,下同)水平仪的分度值不应大于 $20''(0.1\text{ mm/m})$ 。

D.2.1.2.2 轨距、超高显示仪表

若为游标类,显示仪表的分度值不应大于 0.02 mm ;若为数显类,显示仪表的分辨力不应大于 0.01 mm 。

D.2.1.3 各部分相互作用

各紧固件固定牢靠;各活动部件运动灵活,不应有松动或卡阻现象,锁紧装置应工作可靠。

D.2.2 结构参数

D.2.2.1 长梁的顶、侧工作面(不含轨距测量装置工作面)应连续,其长度不应小于 $1\,260\text{ mm}$,轨距测量装置工作面应位于侧工作面对称中心。

D.2.2.2 侧工作面自顶工作面向下的高度不应小于 20 mm ,且在自顶工作面向下 30 mm 范围内其他结构不应凸出侧工作面。

D.2.2.3 检定台大梁中部应设置轨向、高低检定单元辅助工装安装接口,接口结构见图 D.4。6 个安装孔分别位于大梁中轴线两侧对称分布。每侧三安装孔连线与固定长梁端转动轴线垂直,垂直度公差为 0.5 mm 。各孔均为通孔,深度不应大于 30 mm ,接口定位面应为平面,各孔对定位面的垂直度公差为 0.3 mm ,其他工作尺寸应符合表 D.1 的规定。

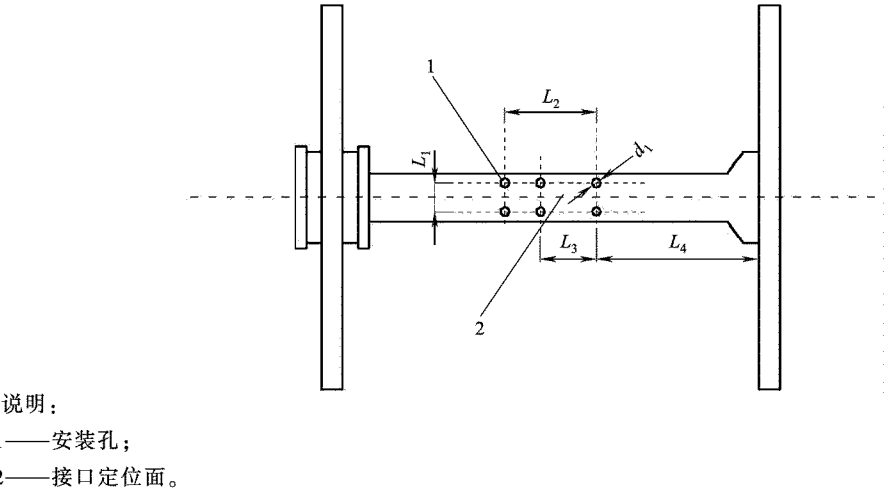


图 D.4 轨向、高低检定单元辅助工装安装接口示意

表 D.1 安装接口工作尺寸

单位为毫米

| 项 目 | 基本参数要求 | 允 许 偏 差 |
|----------------------------|--------|-----------|
| 安装孔直径 d_1 | 8.5 | ± 0.2 |
| 在与大梁垂直方向上两侧安装孔之间的距离 L_1 | 120 | |
| 远端安装孔与固定长梁端安装孔之间的距离 L_2 | 655 | |
| 中部安装孔与固定长梁端安装孔之间的距离 L_3 | 400 | |
| 固定长梁端安装孔与固定长梁侧工作面的距离 L_4 | 390 | |

D.2.3 表面质量

D.2.3.1 测量面表面硬度不应小于 50 HRC。

D.2.3.2 检定台工作面表面粗糙度为 MRR Ra 1.6 μm ,其余各面为 MRR Ra 6.3 μm 。

D.2.4 固定长梁和活动(长)梁顶工作面高度差

在超高示值为零时,检定台活动、固定测量块顶面的高度差不应大于 0.06 mm。

D.2.5 固定长梁和活动(长)梁工作面

D.2.5.1 对于“H”形检定台,在超高示值为零时,固定长梁和活动长梁的顶工作面应共面(不含长梁中点两侧 200 mm 范围),检定台平面度公差为 0.10 mm。

D.2.5.2 L 型轨检仪检定台的主检定单元(在零位状态下)和两个辅检定单元,固定长梁和活动端(长梁)工作面的侧、顶工作面应分别共线,其直线度公差为 0.10 mm。三个单元的固定长梁可为一整体。

D.2.6 活动端(长梁)摆动

活动端(长梁)摆动导致的轴向窜动量不应大于 0.02 mm。

D.2.7 工作量杆长度

工作量杆长度不应超过 $(1\,435 \pm 0.20)\text{mm}$ 。按修约至 0.01 mm 的实际值使用。

D.2.8 超高

超高在 $(-200 \sim 200)\text{mm}$ 范围内,采用块规复现超高的检定台,按实际值 ($U \leq 0.02\text{ mm}$) 使用,块规尺寸至少包括 50 mm、100 mm、150 mm、200 mm,检定块规公称尺寸与基本尺寸之差不应超过 $\pm 5\text{ mm}$,检定块规工作面的平行度公差为 6 μm 。采用超高指示装置的检定台,其示值误差不应超过 $\pm 0.06\text{ mm}$ 。

D.2.9 轨距

轨距零位误差不应超过 $\pm 0.03\text{ mm}$ 。

轨距在 $(1\,410 \sim 1\,470)\text{mm}$ 范围内,采用块规复现轨距的检定台,按实际值 ($U \leq 0.02\text{ mm}$) 使用,否则,检定台的示值误差不应超过 $\pm 0.06\text{ mm}$ 。

D.2.10 高低、轨向

对于弦测法轨向高低检定单元,高低轨向的测量范围不应小于 5 mm,采用 5 等量块复现。

采用超高检定单元附加辅助装置实现轨迹法轨向高低参数的检定,高低检定块规的尺寸分别为10 mm、30 mm、50 mm,轨向检定点 L 为50 mm、100 mm、150 mm。轨向检定块规公称尺寸与基本尺寸之差不应超过 ± 5 mm。高低检定块规公称尺寸与基本尺寸之差不应超过 ± 1 mm。检定块规工作面的平行度公差为 $6\text{ }\mu\text{m}$ 。轨向、高低示值最大允许误差与超高示值最大允许误差相同。

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
铁 路 轨 道 检 查 仪
Inspecting instruments for railway track
TB/T 3147—2020

*

中国铁道出版社有限公司出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
北京联兴盛业印刷股份有限公司

版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:2.25 字数:51 千字
2021年4月第1版 2021年4月第1次印刷

*



定 价: 25.00 元