

列车测速仪通用技术条件

1 主题内容与适用范围

本标准规定了列车测速仪的通用技术条件。

本标准适用于基于测量车轮通过安装在钢轨上且沿轨向有一定距离之两车轮传感器所需时间来测量列车通过速度的列车测速仪,其它类型的在地面上测量列车通过速度的仪器,可参考部分条款使用。

2 引用标准

GB 4793—84	电子测量仪器安全要求
GB 6587.1—86	电子测量仪器环境试验总纲
GB 6587.2—86	电子测量仪器温度试验
GB 6587.3—86	电子测量仪器湿度试验
GB 6587.4—86	电子测量仪器振动试验
GB 6587.5—86	电子测量仪器冲击试验
GB 6587.6—86	电子测量仪器运输试验
GB 6587.8—86	电子测量仪器电源频率与电压试验
GB 6593—86	电子测量仪器质量检验规则

3 术语

3.1 列车测速仪(以下简称测速仪):用于在铁道线路上测量列车通过速度,由主机和两个车轮传感器构成的测速仪器。

3.2 车轮传感器(以下简称传感器):安装在钢轨上、当车轮通过时能输出车轮信号的传感器。

3.3 车轮信号:车轮传感器输出的、表示车轮通过传感器安装位置的信号。

3.4 主机:由两路车轮信号的放大整形单元、测时计算单元、显示器、打印机等构成,其中放大整形单元包括放大器和阈值检出器。

3.5 传感器组件(简称组件):由两传感器构成的组件,它能保持两传感器中心距离为标称值 L ,便于现场安装。

3.6 通道:包括传感器和主机内放大整形单元,通道输出的信号用于启动和停止测时计算单元测时。

3.7 通道动作:通道输出有效的启停测时信号时,称为通道动作。

3.8 通道临界动作距离 S :当一运动钢块以约 $7\sim 10\text{km/h}$ 速度通过传感器顶面上方时,能激励通道动作的运动钢块底面与传感器顶面之间的最大距离,以 S 表示。

4 技术要求

4.1 外观

4.1.1 主机面板上标志的内容应清晰,标志的安装应牢固可靠。

4.1.2 外观应完好无损,开关、按键应动作灵活可靠、手感舒适、并应具有防尘性能。

4.1.3 配用的电源和信号电缆应连接可靠。

4.1.4 测速值应以 km/h 为单位、小数点后应有一位数字。显示和打印值应清晰、完整、正确。

4.2 功能

4.2.1 测速仪必须兼备测速值显示和打印功能,打印内容应包括:日期、时间、上下行、车头车尾速度、最高速度、限速值等。

4.2.2 仪器说明书所列其它各项功能应正常。

4.3 量程

4.3.1 最低可测量速度应不大于 5km/h 。

4.3.2 最高可测量速度应不小于 160km/h 。

4.4 测速误差(不包括现场安装附加误差)

4.4.1 工作条件下误差应不大于 $\pm 1.5\% v \pm 1$ 个字。 v —被测列车速度。

4.4.2 工作条件下误差的分配。

4.4.2.1 主机测速误差应不大于 $\pm 0.2\% v \pm 1$ 个字。

4.4.2.2 两通道临界动作距离不一致性引起的误差应不大于 $\pm 1\% v$

4.4.2.3 组件中两传感器中心距离误差引起的误差应不大于 $\pm 0.3\% v$,即两传感器中心距离误差应不大于 $\pm 0.3\%$ 。

4.5 通道输出

测速仪应为两通道分别设置通道输出口,作为通道是否动作的指示,从而便于进行两通道临界动作距离不一致性误差的试验。通道输出口可采用电压输出方式、指示灯方式等,输出信号展宽时间应为约 $1\sim 2\text{s}$,电压方式的逻辑电平应为 0V 或 $4\sim 6\text{V}$ (图 1)

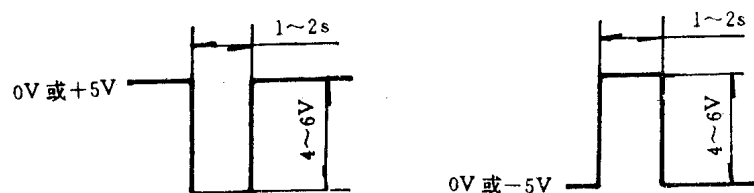


图 1

4.6 安全性能

4.6.1 由电网电源供电的测速仪,和由可在机内被电网电源充电的蓄电池供电的测速仪,其防电击危险的性能应符合 GB4793—84 第 9 章的要求。其中包括:

a) 仪器外部及可拆卸件拆除后可触及部分不应带电;

- b) 仪器结构应符合 GB4793—84 之 9.5 要求;
- c) 爬电距离及电气间隙应符合 GB4793—84 之表 2 要求;
- d) 绝缘电阻应大于 $7M\Omega$ (DC500V 试验电压);
- e) 耐电压

I 类安全仪器 1.5kV. 2s;

II 类安全仪器 3kV. 2s;

f) 泄漏电流 用 1.1 倍供电电压试验, I 类安全仪器不得大于 5mA, II 类安全仪器交流峰值不得大于 0.7mA, 直流不得大于 2mA。

4.6.2 由电池供电的测速仪, 和由必须机外充电的蓄电池供电的测速仪, 其供电电压低于安全特低电压时, 不对其防电击危险的性能提出要求, 高于安全特低电压时应符合 4.6.1 的要求。

4.7 环境条件

4.7.1 测速仪正常工作的环境条件除温度外, 湿度、振动、跌落条件应符合 GB6587.1—86 III 组的要求。

4.7.1.1 温度工作范围应符合表 1 分组的要求。

表 1 温度工作范围分组

组 别 部 件	A	B	C
主机	-10~+50℃	-20~+50℃	
传感器	-10~+70℃	-30~+70℃	-50~+70℃

4.7.1.2 湿度: (5~90)%RH。

4.7.1.3 振动: 在三个轴向, 5~55Hz 范围内共振点振动 20min。

4.7.1.4 倾斜跌落: 以每底边为轴, 对边抬高 100mm 或 45°。

4.7.2 供电电源

4.7.2.1 电压变化 $\pm 15\%$ 测速仪应能正常工作。

4.7.2.2 电池供电时, 其容量应能维持测速仪正常工作 12h。

4.7.3 抗电磁干扰能力

测速仪在现场使用时, 不得因电磁干扰而发生误动作。

5 试验方法

5.1 基本条件

5.1.1 基本环境条件: 温度 $20 \pm 5^\circ\text{C}$, 湿度 85%RH 以下, 气压 74.8~106kPa。

5.1.2 试验室: 应具备进行温度、湿度、振动、跌落、电压、绝缘、泄漏电流及电源试验的条件。

5.1.3 试验设备

5.1.3.1 标准双路信号发生器: 应能给出对应于 5、10、25、50、100、160km/h 时间间隔的双路输出信号, 准确度优于 2×10^{-4} , 信号幅度 4~6V, 前后沿时间小于 0.5 μs 。

5.1.3.2 通道临界动作距离测定装置: 运动钢块尺寸 50mm \times 50mm \times 30mm; 它应能以约 5 和 7~10km/h 速度通过传感器顶面上方, 7~10km/h 速度范围内选定点的速度一致性 0.2%;

传感器与运动钢块垂直距离可调整,分辨力应优于 0.2mm。

5.1.3.3 分辨力 0.02mm 游标卡尺。

5.1.3.4 500mm 或 1 000mm 钢直尺。

5.1.3.5 指针式万用表或逻辑笔(当测速仪通道输出采用光指示方式时,可不备此项)。

5.2 外观检查

目测和手动,测速仪应符合 4.1 要求。

5.3 功能检查

将主机与标准双路信号发生器如图 2 连接,由标准双路信号发生器代替两传感器向主机送车轮信号,4.2 所列各项功能应正常。

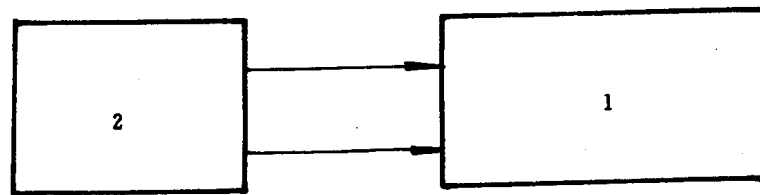


图 2

1——主机 2——标准双路信号发生器

5.4 通道输出口检查

将主机与车轮传感器如图 3 方式连接,用一铁质物体(如钳、搬手)以约 1~3m/s 的速度从传感器顶面上方 3~6mm 通过,通道输出口应有光信号或电压信号输出,前者直接目测,后者用 5.1.3.5 设备,输出信号展宽时间目测估计应约为 1~2s。

5.5 量程及测速误差试验

5.5.1 主机测速误差试验

按图 2 方式进行。调节标准双路信号发生器输出的双路信号时间间隔对应于最低速度值 5km/h 及 10、25、50、100、160km/h 各值,记录主机示值,各点误差应符合 4.4.2.1 的要求,量程应符合 4.3 要求。

5.5.2 两通道临界动作距离不一致性误差试验及量程下限试验。

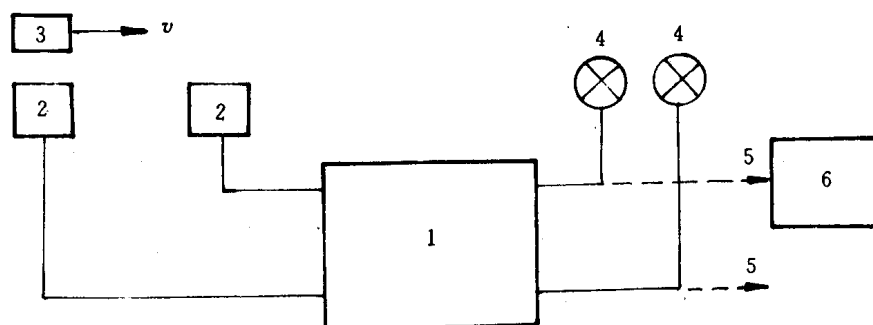


图 3

1——主机; 2——传感器; 3——运动钢块; 4——通道输出口指示灯

5——通道输出口电压信号; 6——指针万用表或逻辑笔。

5.5.2.1 按图 3 方式进行。通道临界动作距离测量装置中运动钢块(3)以 7~10km/h 范围内

某一固定速度反复通过传感器顶面上方,逐步减少传感器顶面与运动钢块底面距离,直至从通道输出口观察到通道动作为止,这时传感器顶面与运动钢块底面的距离即为该通道的临界动作距离 S 。

运动钢块以约 5km/h 速度通过,观察通道是否动作,以确认量程下限是否合格。

5.5.2.2 重复 5.5.2.1,测量另一通道 S 值及确认另一通道量程下限是否合格。

5.5.2.3 按附录 B 计算通道临界动作距离不一致性误差,其值应符合 4.4.2.2 要求。

5.5.3 组件中两传感器中心距离误差测试

用钢直尺测量并估读到 1/4 mm,误差应符合 4.4.2.3 的要求。

5.6 安全性能试验

按 GB 4793—84 之 9.7 和 9.8 进行绝缘电阻、电压和泄漏电流试验。

5.7 环境试验

除 5.7.6 对整机进行试验外,其余各条款只对主机按 5.5.1 方法在 25km/h 速度点进行试验。

5.7.1 温度试验按 GB 6587.2—86 方法进行。

5.7.2 湿度试验按 GB 6587.3—86 Ⅲ 组进行。

5.7.3 振动试验按 GB 6587.4—86 Ⅲ 组进行。

5.7.4 跌落试验按 GB 6587.5—86 Ⅲ 组进行。

5.7.5 电源试验

5.7.5.1 供电电源电压试验:由电网电源供电的,按 GB 6587.8—86 进行;电池供电的参照 GB 6587.8—86 进行。

5.7.5.2 电池容量试验:电池供电的测速仪,在 4h 时间之内打印 50 列列车数据应无误、清晰。

5.7.6 抗电磁干扰能力试验

在电气化铁路牵引变电所附近回流轨进行试验,在电力牵引正常运行的情况下,连续试验 2h 测速仪不准发生误动作。

6 检验规则

6.1 各种检验的检验项目应符合表 2 的规定。

6.2 检验抽样和检验结果的判定应符合 GB 6593—86 的要求。

表 2 检验项目表

序号	检验项目	型式鉴定检验	质量一致性检验		
			A 组(出厂检验)	C 组(周期性检验)	D 组(特殊检验)
1	5.2 外观	✓	✓		
	5.3 功能	✓	✓		
3	5.4 通道输出口	✓	✓		
4	5.5.1 测速误差及量程	✓	✓		
5	5.5.2 通道一致性 及量程下限	✓	✓		

续表 2 检验项目表

序号	检验项目	型式鉴定检验	质量一致性检验		
			A组(出厂检验)	C组(周期性检验)	D组(特殊检验)
6	5.5.3 传感器标称距离	✓	✓		
7	5.6 安全性能	✓	✓		
8	5.7.1 温度试验	✓		✓	
9	5.7.2 湿度试验	✓		✓	
10	5.7.3 振动试验	✓		✓	
11	5.7.4 倾斜跌落	✓		✓	
12	5.7.5 电源试验	✓		✓	
13	5.7.6 抗干扰能力	✓			✓

7 平均无故障工作时间

测速仪在正常使用条件下,平均无故障工作时间应不低于 6 个月。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 标志应包括产品名称、型号、温度工作范围级别、编号、生产厂家、出厂日期、计量器具制造许可证号等。

名称、型号、温度工作范围组别标志举例:

LCY 型列车测速仪 BC

表示型号为 LCY 的列车测速仪其温度工作范围,主机为 B 组($-20^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$),传感器为 C 组($-50^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$)。

8.1.2 标志应固定在主机前面板或后面板上。

8.2 包装

8.2.1 产品包装应符合 GB 6587.6—86 规定的 3 级流通条件要求。

8.2.2 完整包装内除测速仪外,还应包括装箱单、产品合格证、说明书、附件、备件等。

8.2.3 测速仪生产单位应能提供测速仪防尘、防溅水装置,如箱、罩等。

8.3 贮存

完整包装的仪器应符合 GB 6587.1—86 所规定的 I 组贮存条件的要求。

8.4 说明书

产品说明书中除介绍原理、结构、使用方法外,还应详细注明主要技术参数如测速范围、测速误差、供电电源、环境参数、功能等,还必须根据附录 C 提供两传感器中心距离标称值及其允许偏差、传感器安装高度及高差允许值。

产品说明书应注明保修期限。

列车测速仪测速误差

测速仪工作原理如图 A1 所示,它通过测量同一车轮先后经过两个沿轨向有标称距离 L 的车轮传感器所需时间 t ,然后按下式自动计算并显示、打印列车通过速度。

$$v = \frac{L}{t} \dots\dots\dots (A1)$$

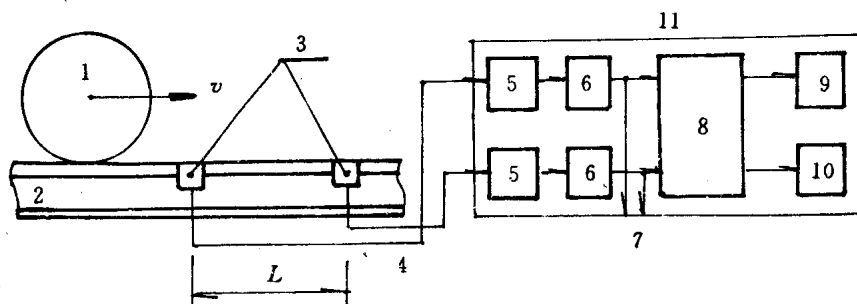


图 A1

1——车轮;2——钢轨;3——车轮传感器;4——信号电缆;5——放大器;6——阈值检出器;
7——通道输出口;8——测时计算单元;9——显示器;10——打印机;11——主机

由式(A1)可得测速误差为

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\Delta t}{t} \dots\dots\dots (A2)$$

由式(A2)可见,测速误差由传感器距离误差和测时误差两部分构成。

距离误差对于组件型传感器为出厂装配误差,非组件型为现场安装误差,前者要求出厂验收时加以限制,后者要求现场使用人员提高安装水平。

测时误差包括三分部,可由下式表示:

$$\frac{\Delta t}{t} = \pm \frac{\Delta t_0}{t_0} \pm \frac{\tau}{t} \pm \text{触发误差} \dots\dots\dots (A3)$$

式(A3)中 $\Delta t_0/t_0$ 为时基误差, τ/t 为计时器时标 τ 与被测时间 t 之比,触发误差由两通道放大器放大系数、阈值检出器阈值电平、以及传感器灵敏度不一致造成,这种不一致表现为两通道临界动作距离 S 不同,使启、停测时时刻前移或滞后,造成测速误差。

图 A2 说明由于 S 值 $\pm \Delta S$ 的变化,使测时启停点由 A 变为 A' 或 A'' ,造成提前量 l 发生 $\pm \Delta l$ 的变化,这将产生 $\Delta l/L$ 的测速误差(Δl 为两传感器 ΔL 之差。)由图 A2 可知。

$$l = \sqrt{R^2 - (R - S)^2} \dots\dots\dots (A4)$$

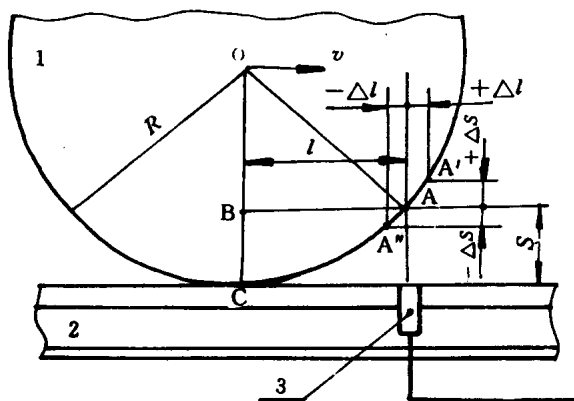


图 A2

1——车轮； 2——钢轨； 3——车轮传感器

$$\frac{dl}{ds} = \frac{(R - S)}{\sqrt{R^2 - (R - S)^2}} \quad \text{..... (A5)}$$

$$\Delta l = \frac{dl}{ds} \cdot \Delta S \quad \text{..... (A6)}$$

表 A1 列出根据式(A5)计算得到的各种车轮、各 S 值下的 dl/ds 值。

表 A1

$\frac{dl}{ds}$ S mm	$D=2R$ mm	货 车	客 车	内燃机车	蒸汽机车	电力机车
		840	916	1 050	1 120	1 250
50		1.86	1.96	2.12	2.20	2.35
30		2.50	2.63	2.83	2.93	3.11
20		3.12	3.27	3.52	3.64	3.86
10		4.50	4.71	5.05	5.22	5.52
8		5.05	5.28	5.66	5.85	6.19
6		5.35	6.12	6.56	6.78	7.16
5		6.40	6.72	7.19	7.43	7.86
4		7.19	7.52	8.05	8.32	8.88
3		8.32	8.69	9.31	9.26	10.17
2		10.21	10.67	11.42	11.80	12.47
1		14.47	15.12	16.18	16.71	17.06

表中 $D = 2R$ 为车轮直径。

由以上分析结果可将式(A2)写为

$$\frac{\Delta v}{v} = \left(\pm \frac{\Delta t_0}{t_0} \pm \frac{\tau}{t} \pm \frac{0.1 \text{ km/h}}{v} \right) \pm \frac{\Delta l'}{L} \pm \frac{\Delta L}{L} \quad \text{..... (A7)}$$

4.4 除了在 4.4.1 对测速误差提出总的要求外,还在 4.4.2 提出了分项要求,4.4.2.1 对应于式(A7)第一项,其中 0.1km/h 为数字指示仪表固有的末位数字误差,4.4.2.2 对应于第二项,即通道不一致性误差;4.4.2.3 对应于第三项,为传感器中心距离误差。

现场安装时两传感器高度差与 ΔS 的影响相同,这在现场试验中已得到证明(注 A1),因此生产厂家必须在说明书中注明传感器安装高度及两传感器高度差允许值,使这项误差也限制在 1% 以内,从而保证现场使用时测速仪总误差在 $\pm 2.5\%$ 以内,与机车速度表的准确度得以协调。

注 A1:可参见《列车测速仪测量误差的试验验证》一文,刊于《铁道标准化》,1993 年第 5 期。

通道不一致性误差计算方法

1) D 值:测速仪测量对象包括各种机车和车辆,它们车轮轮径不同,为便于计算,统一按表 A1 中 $D=1\ 050\text{mm}$ 的数据进行计算。

2) \bar{S} 值:该值为两通道 S 值 S_1 与 S_2 平均值再减去 h , h 为传感器顶面与轨面的距离,一般为 $0\sim 3\text{mm}$,取 $h=1\text{mm}$,则

$$\bar{S} = \frac{1}{2}(S_1 + S_2) - 1$$

3) ΔS : $\Delta S = |S_1 - S_2|$

4) dl/ds :据 \bar{S} 值和 $D=1\ 050\text{mm}$ 在表 A1 中查出。

5) 误差计算公式

$$\frac{\Delta l'}{l} = \left(\frac{dl}{ds} \Delta S / L \right) 100\% \dots\dots\dots (\text{B1})$$

式中:

L ——传感器中心距离标称值

传感器现场安装要求

因测速仪车轮传感器安装不当会加大测量误差,生产厂家必须在产品说明书中提供明确的现场安装要求。

1)轨向距离偏差:非组件型传感器轨向距离现场安装偏差应小于 $\pm 0.3\%$,此值与组件中两传感器中心距离误差允许值相同。

2)安装高度:本标准建议采用轨外侧安装方式及安装在轨面下1mm,过低使 S 值降低,测速误差增大。

3)两传感器高度差 Δh : Δh 造成的测速误差与 ΔS 造成的测速误差等量,计算方法与附录B通道不一致性误差计算方法相同,由 Δh 引起的测速误差应控制在 $\pm 1\%$ 以内。

附加说明:

本标准由铁道部科技司提出。

本标准由铁道部标准计量研究所归口。

本标准由铁道部标准计量研究所负责起草。

本标准主要起草人宋 玮、李立涌。