



中华人民共和国国家标准

GB/T 43888—2024

钢轨超声检测方法

Method for ultrasonic testing of rails

2024-04-25 发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 检测方法	2
5 一般要求	2
6 对比试块	3
7 检测设备	14
8 检测程序	15
9 结果判定及标记	16
10 检测记录与检测报告	16
附录 A (规范性) 探头性能和测试方法	17

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：攀钢集团攀枝花钢钒有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所、仓信无损检测设备苏州有限公司、四川曜诚无损检测技术有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、帕博检测技术服务有限公司、成都先进金属材料产业技术研究院股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：曾富、高东海、张瑛、刘长青、张建卫、曾庆兴、孙颖、董莉、吕攀峰、涂占宽、侯永青、袁刚强、王永锋、王攀涛、薛建忠、周开著、黄凤英、邢耀淇、朱国庆、陈燕、陈潇、史启帅、刘光磊、徐磊。

钢轨超声检测方法

1 范围

本文件规定了钢轨超声检测的检测方法、一般要求、对比试块、检测设备、检测程序、结果判定及标记、检测记录与检测报告。

本文件适用于铁路用钢轨的超声检测,其他钢轨的超声检测参照本文件执行。

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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 11259 无损检测 超声检测用钢参考试块的制作和控制方法

GB/T 12604.1 无损检测 术语 超声检测

GB/T 20737 无损检测 通用术语和定义

GB/T 23905 无损检测 超声检测用试块

GB/T 27664.1 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第1部分:仪器

GB/T 27664.2 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第2部分:探头

3 术语和定义

GB/T 12604.1 和 GB/T 20737 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

轨底中心 underside center of rail base

钢轨轨底下表面纵向对称轴上任意点。

3.2

稳定性 stability

钢轨检测过程中,实际灵敏度变化幅度的大小。

3.3

专用对比试块 special comparative test block

按规定的方法,参照钢轨技术条件要求的人工缺陷制作的试块。

3.4

动态样轨 dynamic sample rail

用于动态调整,与被检测钢轨形状相同且无自然缺陷,按规定的人工缺陷制作,长度不小于6 m的样轨。

3.5

基准灵敏度 reference sensitivity

人工缺陷波高达到规定报警闸门的灵敏度值。

4 检测方法

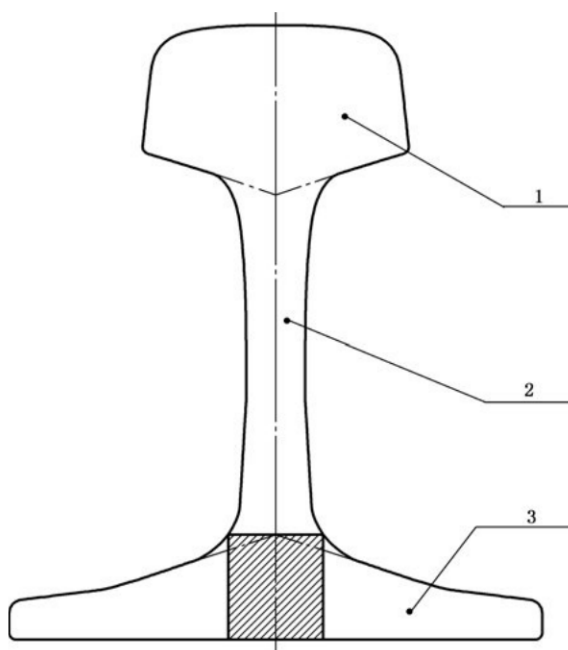
4.1 采用脉冲反射法,在探头和钢轨相对运动的状态下进行自动检测。

4.2 钢轨均应进行连续自动式超声检测,钢轨全长应得到检测,未检测的轨端应采用其他方式检测或者切除。

4.3 钢轨横断面见图 1,应检测的面积为:

- a) 轨头部分不小于 70%;
- b) 轨腰部分不小于 60%;
- c) 轨底部分见阴影部分所示。

注:鱼尾斜度延长线与轨腰中心线相交点至轨底距离为阴影区长度,相交点与轨腰左右交点距离为阴影区宽度。



标引序号说明:

- 1——轨头部分;
- 2——轨腰部分;
- 3——轨底部分。

图 1 钢轨区域及轨底超声检测区域

4.4 钢轨头部应从 2 个侧面和走行面进行检测。检测面积应由探头晶片尺寸的投影确定。

5 一般要求

5.1 通则

5.1.1 钢轨超声检测要求应符合相应产品标准规定或供需双方签订的合同或协议的规定。

5.1.2 按照本文件进行超声检测时,供需双方宜在合同或协议中注明超声检测方法、人工缺陷尺寸等内容。

5.1.3 对钢轨进行超声检测时应备有动态样轨,样轨的人工缺陷及位置应满足 6.3 规定,经协商也可使用其他人工缺陷进行校准,但应保证检测横断面面积和检测灵敏度达到相应产品标准要求。

5.2 检测人员

从事超声检测的人员应取得符合 GB/T 9445 或相应文件要求的超声检测 1 级及以上资格证书,签发检测报告者应取得超声检测 2 级及以上资格证书。

5.3 检测工艺流程

5.3.1 检测工艺流程可为通用规程,或适用于指定产品的专用规程。

5.3.2 检测工艺流程应至少包括以下内容:

- a) 适用范围;
- b) 被检钢轨的技术条件;
- c) 检测设备和器材;
- d) 检测工艺;
- e) 对比试块的人工缺陷尺寸;
- f) 检测灵敏度;
- g) 检测结果的评定;
- h) 记录和报告。

5.4 检测时机

除非供需双方另有规定,钢轨超声检测应在最终在线热处理之后进行。

5.5 被检钢轨要求

5.5.1 钢轨加工余量应大于被检钢轨两端检测盲区,满足钢轨全长检测要求。

5.5.2 被检钢轨的规格尺寸、允许偏差等应符合相应产品标准规定。

5.5.3 被检钢轨的表面应无油漆、铁屑、污物、凹凸不平任何造成耦合失效,引起错误判断的物质和结构。

5.6 耦合介质

可使用洁净、无气泡、具有良好耦合性能的水或其他透声性好且不损伤钢轨表面的物质作耦合剂。

6 对比试块

6.1 专用对比试块

6.1.1 作用

用于静态试块之间灵敏度的校准。

注:静态试块为用于静态调整,与钢轨被检测部位形状相同且无自然缺陷,按规定的人工缺陷制作的试块,长度不小于 100 mm。

6.1.2 技术要求

6.1.2.1 专用对比试块应由具有制造许可和计量资质的单位制作。

6.1.2.2 专用对比试块应用正火热处理后的 45 号钢制作。

6.1.2.3 同类试块相应部位人工缺陷回波高度误差应在 ± 1 dB 范围内。

6.1.2.4 除本文件规定外,其他要求应符合 GB/T 23905 的规定。

6.1.3 型式尺寸

6.1.3.1 轨头专用对比试块尺寸应符合图 2 的规定。

单位为毫米

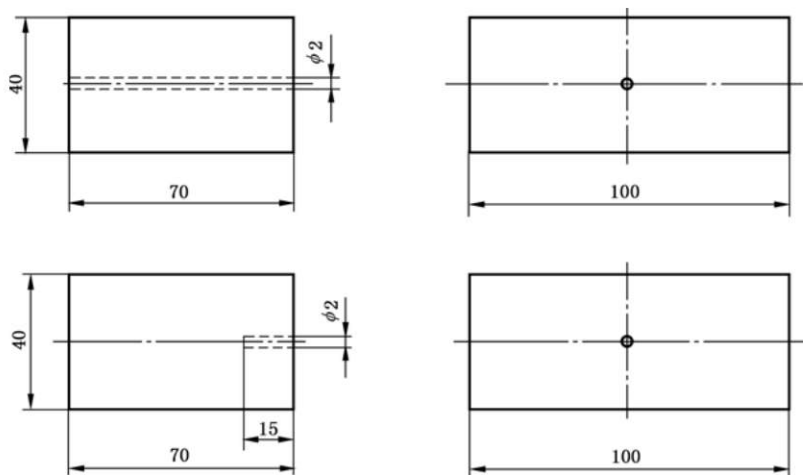
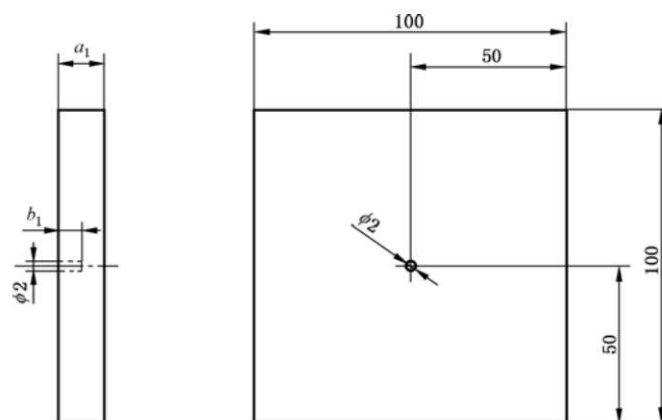


图 2 轨头专用对比试块尺寸

6.1.3.2 轨腰专用对比试块尺寸应符合图 3 和表 1 的规定。

单位为毫米



标引符号说明：

a_1 ——轨腰试块厚度；

b_1 ——人工缺陷加工深度。

图 3 轨腰专用对比试块尺寸

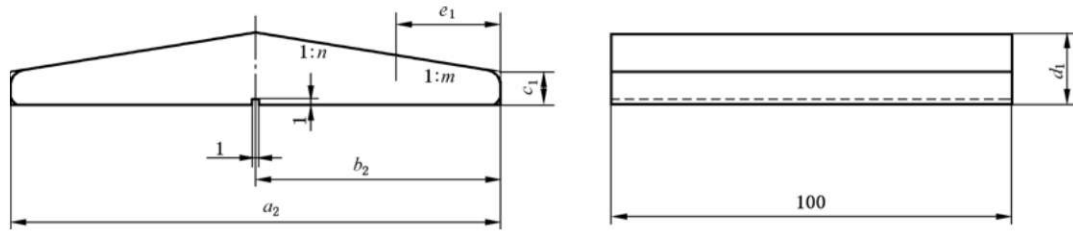
表 1 轨腰专用对比试块尺寸

单位为毫米

尺寸	钢轨规格							
	37 kg/m	38 kg/m	43 kg/m	50 kg/m	60 kg/m	60 N	75 kg/m	75 N
a_1	13	13	14.4	15	16	16	20	20
b_1	6.5	6.5	7.2	7.5	8	8	10	10

6.1.3.3 轨底专用对比试块尺寸应符合图 4 和表 2 的规定。

单位为毫米



标引符号说明：

- a_2 ——钢轨轨底宽度；
- b_2 ——钢轨底宽 1/2；
- c_1 ——钢轨腿尖厚度；
- d_1 ——轨底试块高度；
- e_1 ——鱼尾板第二段斜度宽度；
- m ——鱼尾板第二段斜度；
- n ——鱼尾板第一段斜度。

图 4 轨底专用对比试块尺寸

表 2 轨底专用对比试块尺寸

单位为毫米

尺寸	钢轨规格							
	37 kg/m	38 kg/m	43 kg/m	50 kg/m	60 kg/m	60 N	75 kg/m	75 N
a_2	122	114	114	132	150	150	150	150
b_2	61	57	57	66	75	75	75	75
c_1	8	9	11	10	12	12	13	13
d_1	18	24	27	27	30	30	30	30
e_1	—	—	18	—	29.25	29.25	—	—
1 : m	1 : 6	1 : 3	1 : 3	1 : 4	1 : 3	1 : 3	1 : 4	1 : 4
1 : n	1 : 6	1 : 3	1 : 6	1 : 4	1 : 9	1 : 9	1 : 4	1 : 4

6.2 静态样块

6.2.1 作用

静态样块是钢轨质量的检测基准,用于测定灵敏度修正值,在探头与静态样块相对静止状态下测试仪器和探头的工作性能,标定动态样轨人工缺陷当量。

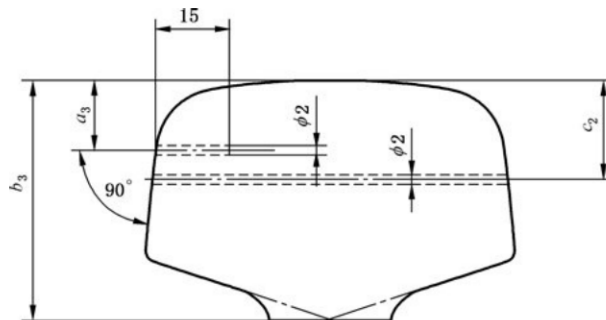
注:灵敏度修正值为专用对比试块与静态样块、动态样轨之间,因材质、表面状况引起的灵敏度的差值。

6.2.2 技术要求

6.2.2.1 轨头、轨腰、轨底长度应不小于 100 mm。

6.2.2.2 对称断面钢轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸应符合图 5、图 6、图 7 和表 3 的规定。

单位为毫米



标引符号说明：

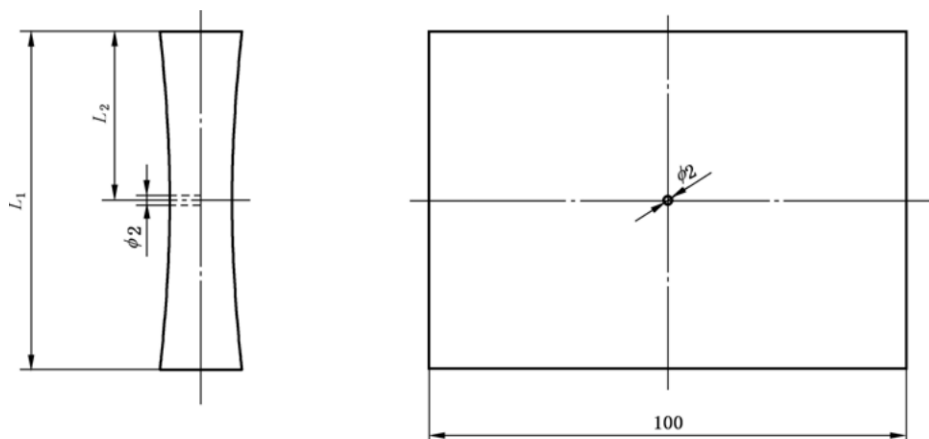
a_3 ——轨头顶面到上孔人工缺陷距离；

b_3 ——试块高度；

c_2 ——轨头顶面到横通孔人工缺陷距离。

图 5 对称钢轨轨头静态样块尺寸

单位为毫米



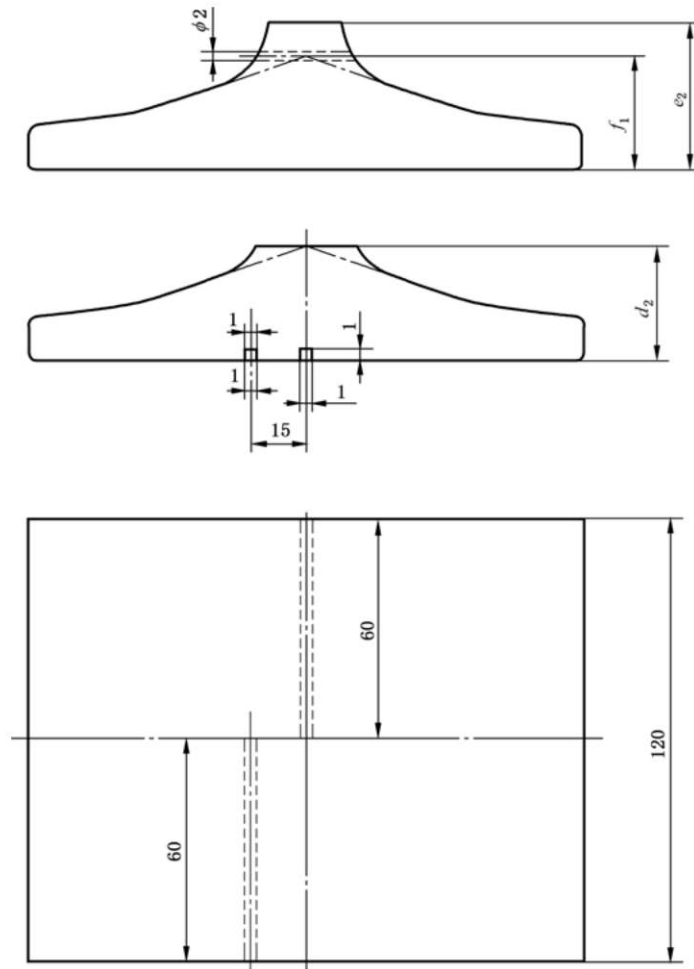
标引符号说明：

L_1 ——轨腰试块高度；

L_2 ——试块上端到人工缺陷距离。

图 6 对称钢轨轨腰静态样块尺寸

单位为毫米



标引符号说明：

d_2 ——轨底试块高度；

e_2 ——轨底试块高度；

f_1 ——轨底横通孔高度。

图 7 对称钢轨轨底静态样块尺寸

表 3 对称钢轨样块人工缺陷尺寸

单位为毫米

样块种类	尺寸	钢轨规格							
		37 kg/m	38 kg/m	43 kg/m	50 kg/m	60 kg/m	60 N	75 kg/m	75 N
轨头样块	通孔直径	2	2	2	2	2	2	2	2
	c_2	20	20	20	20	20	20	20	20
	平底孔深度	15	15	15	15	15	15	15	15
	a_3	18	18	18	14/26	14/30	14/30	14/30	14/30
	b_3	34	34	35	38	39	39	51	51

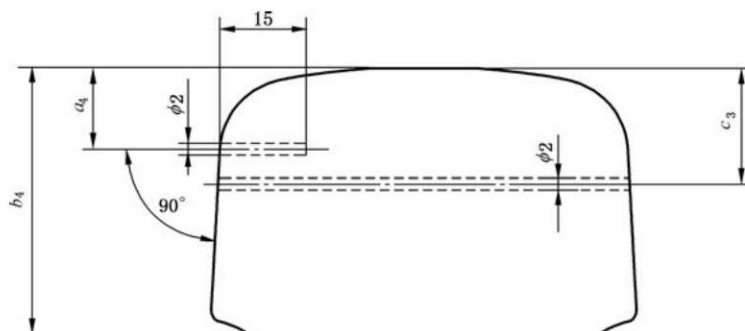
表 3 对称钢轨样块人工缺陷尺寸 (续)

单位为毫米

样块种类	尺寸	钢轨规格							
		37 kg/m	38 kg/m	43 kg/m	50 kg/m	60 kg/m	60 N	75 kg/m	75 N
轨腰样块	平底孔直径	2	2	2	2	2	2	2	2
	孔深	7.5/7.5/ 7.5/8.2	6.8/6.5/ 6.5/6.8	7.6/7.3/ 7.3/7.6	8.6/8.0/ 7.8/7.8/ 8.0/8.6	9.0/8.5/ 8.3/8.3/ 8.5/9.0	9.0/8.5/ 8.3/8.3/ 8.5/9.0	10.7/10.2/ 10/10/ 10.2/10.7	10.7/10.2/ 10/10/ 10.2/10.7
	L_1/L_2	20/30/ 40/50	20/30/ 40/50	20/30/ 40/50	17/27/37/ 47/57/67	24/34/44/ 54/64/74	24/34/44/ 54/64/74	27/37/47/ 57/67/77	27/37/47/ 57/67/77
轨底样块	通孔直径	2	2	2	2	2	2	2	2
	d_2	21	24	27	27	30.5	30.5	32	32
	e_2	26	29	32	32	38	38	38	38
	f_1	18	24	27	27	30.5	30.5	32	32
	矩形槽	宽	1						
深		1							
位置		轨底中心及距轨底中心 15 mm 处							

6.2.2.3 非对称断面钢轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸应符合图 8、图 9、图 10 和表 4 的规定。

单位为毫米



标引符号说明:

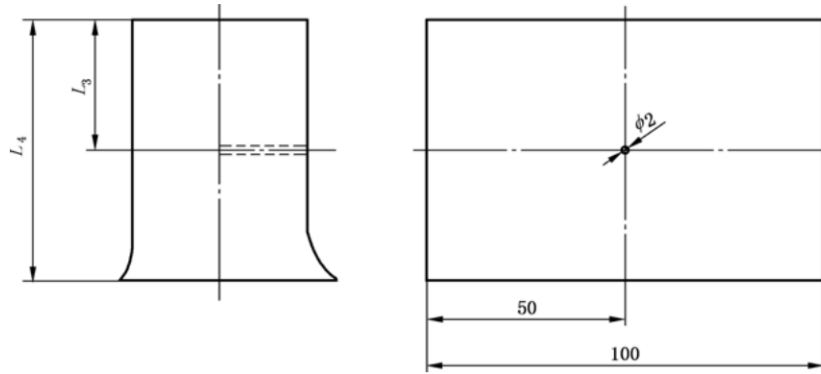
a_4 ——轨头顶面到上孔人工缺陷距离;

b_4 ——试块高度;

c_3 ——轨头顶面到横通孔人工缺陷距离。

图 8 非对称钢轨轨头静态样块尺寸

单位为毫米



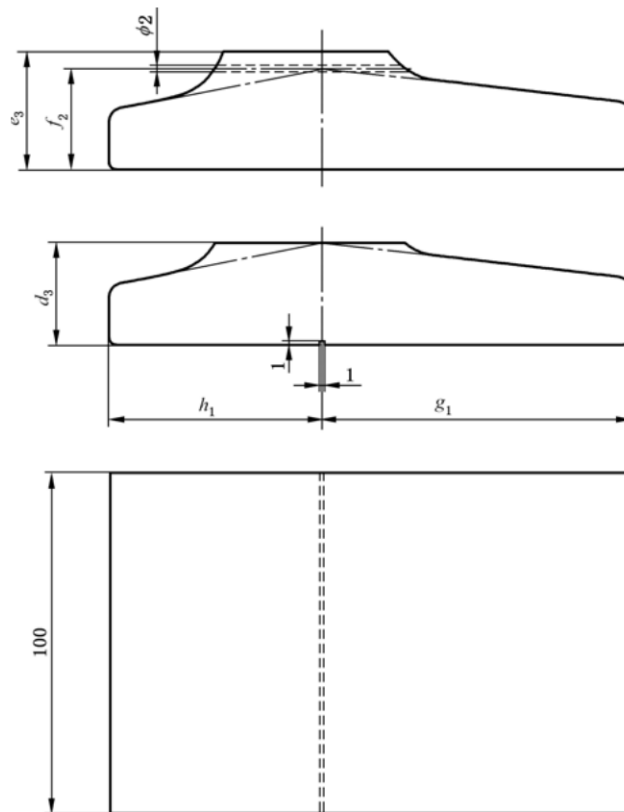
标引符号说明：

L_3 ——试块上端到人工缺陷距离；

L_4 ——轨腰试块高度。

图 9 非对称钢轨轨腰静态样块尺寸

单位为毫米



标引符号说明：

d_3 ——轨底试块高度；

e_3 ——轨底试块高度；

f_2 ——轨底横通孔高度；

h_1 ——轨腰中心到短腿侧距离；

g_1 ——轨腰中心到长腿侧距离

图 10 非对称钢轨轨底静态样块尺寸

表 4 非对称钢轨样块人工缺陷尺寸

单位为毫米

样块种类	尺寸	钢轨规格				
		50AT1	60AT1	60AT2	60AT3	60TY1
轨头 样块	通孔直径	2	2	2	2	2
	平底孔直径	2	2	2	2	2
	平底孔深度	15	15	15	15	15
	a_4	14/30	14/30	14/30	14/30	14/30
	b_4	42	46	45	45	47
	c_3	20	20	20	20	20
轨腰 样块	平底孔直径	2	2	2	2	2
	平底孔深度	20/20/20/20	22/22/22/22	16.25/16.25/ 16.25/16.25	22/22/22/22	15.3/15/15/ 15/15/15
	L_3/L_4	18/28/38/48	27/37/47/57	20/30/40/50	18/28/38/48	29/39/49/59/ 69/79
轨底 样块	通孔直径	2	2	2	2	2
	d_3	30	30	36	33.5	30.5
	e_3	35	35	40	38	38
	f_2	30	30	36	33.5	30.5
	g_1	90	90	85	91	80
	h_1	55	62	65	49	70
	矩形槽	宽	1			
深		1				

6.3 动态样轨

6.3.1 作用

动态样轨在与探头相对静止状态下调整探头支架位置,在与探头相对运动状态下调整灵敏度、检测运行机构的稳定性。

6.3.2 技术要求

6.3.2.1 动态样轨长度应不小于 6 m。

6.3.2.2 动态样轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸应符合图 2、图 3、图 4、图 5、图 6、图 7 的规定。

6.3.2.3 动态样轨应符合 GB/T 11259 的规定。

6.3.2.4 每种断面钢轨应准备一支用于标定的动态样轨。

6.3.3 人工缺陷及位置

6.3.3.1 对称断面钢轨

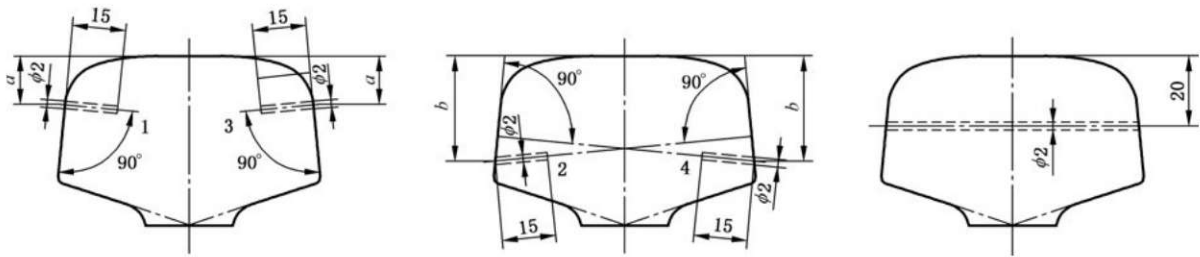
6.3.3.1.1 对称断面钢轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷(长度为 100 mm)及位置见图 11、图 12、图 13 和

表 5。

6.3.3.1.2 对称钢轨轨腰平底孔应符合以下要求：

- a) 直径 2 mm 的孔钻至轨腰中心线；
- b) 与水平线的偏差不超过±1°；
- c) 43 kg/m 钢轨及以下轨腰平底孔数量至少为 4 个,43 kg/m 钢轨以上轨腰平底孔数量为 6 个。

单位为毫米



标引说明：

- 1——轨头侧面左上平底孔人工缺陷；
- 2——轨头侧面左下平底孔人工缺陷；
- 3——轨头侧面右上平底孔人工缺陷；
- 4——轨头侧面右下平底孔人工缺陷；
- a*——轨头顶面到上孔人工缺陷距离；
- b*——轨头顶面到下孔人工缺陷距离。

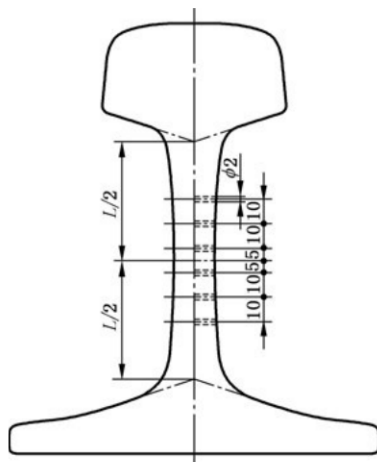
图 11 对称钢轨轨头人工缺陷及位置

表 5 对称钢轨轨头人工缺陷位置

单位为毫米

尺寸	钢轨规格							
	37 kg/m	38 kg/m	43 kg/m	50 kg/m	60 kg/m	60 N	75 kg/m	75 N
<i>a</i>	18	18	18	14	14	14	14	14
<i>b</i>	—	—	—	26	30	30	30	30

单位为毫米



标引符号说明：

L ——钢轨轨腰高度。

图 12 对称钢轨轨腰人工缺陷及位置

单位为毫米

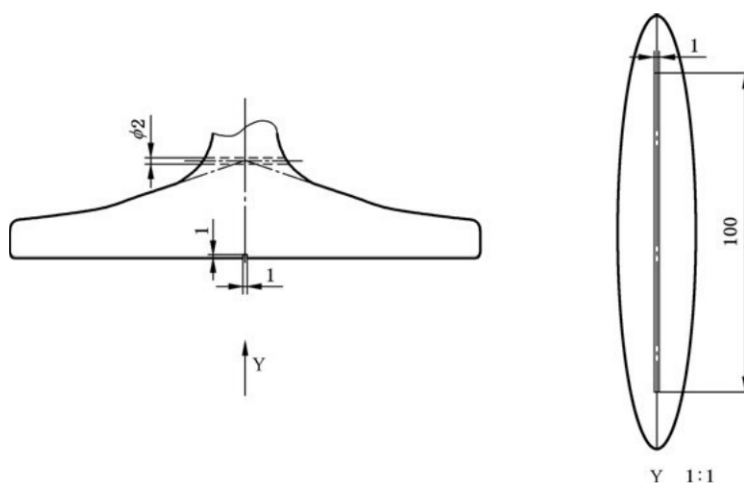


图 13 对称钢轨轨底人工缺陷及位置

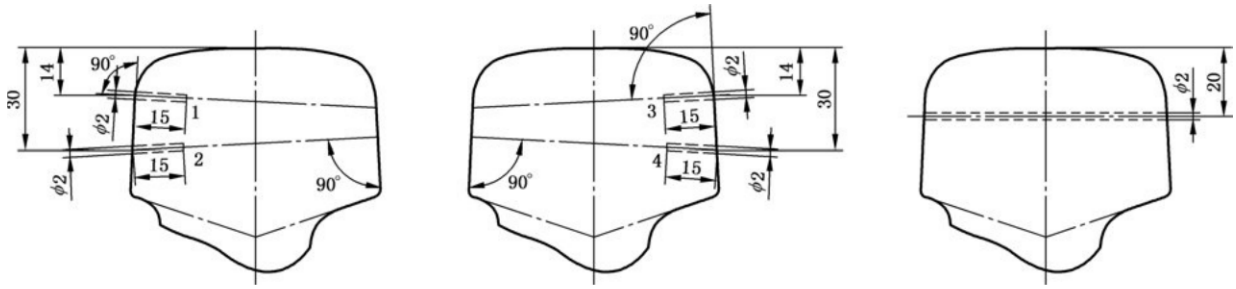
6.3.3.2 非对称断面钢轨

6.3.3.2.1 非对称断面钢轨的轨头、轨腰和轨底的人工缺陷(长度为 100 mm)及位置分别见图 14、图 15、图 16 和表 6。

6.3.3.2.2 非对称钢轨轨腰平底孔应符合以下要求：

- a) 直径 2 mm 的孔钻至轨腰中心线；
- b) 与水平线的偏差不得超过 $\pm 1^\circ$ ；
- c) 60TY1 钢轨轨腰平底孔为 6 个,其他钢轨轨腰平底孔至少为 4 个。

单位为毫米

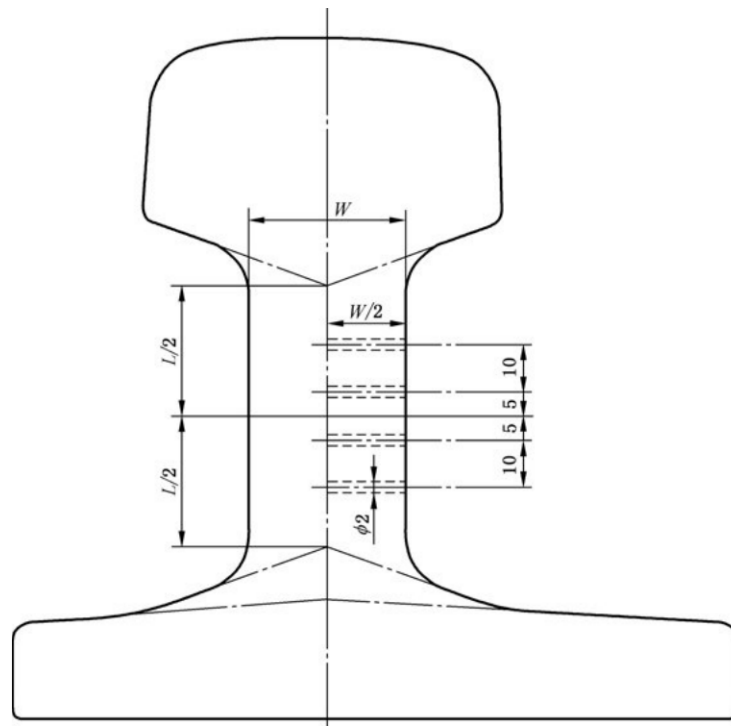


标引序号说明：

- 1——轨头侧面左上平底孔人工缺陷；
- 2——轨头侧面左下平底孔人工缺陷；
- 3——轨头侧面右上平底孔人工缺陷；
- 4——轨头侧面右下平底孔人工缺陷。

图 14 非对称钢轨轨头人工缺陷及位置

单位为毫米

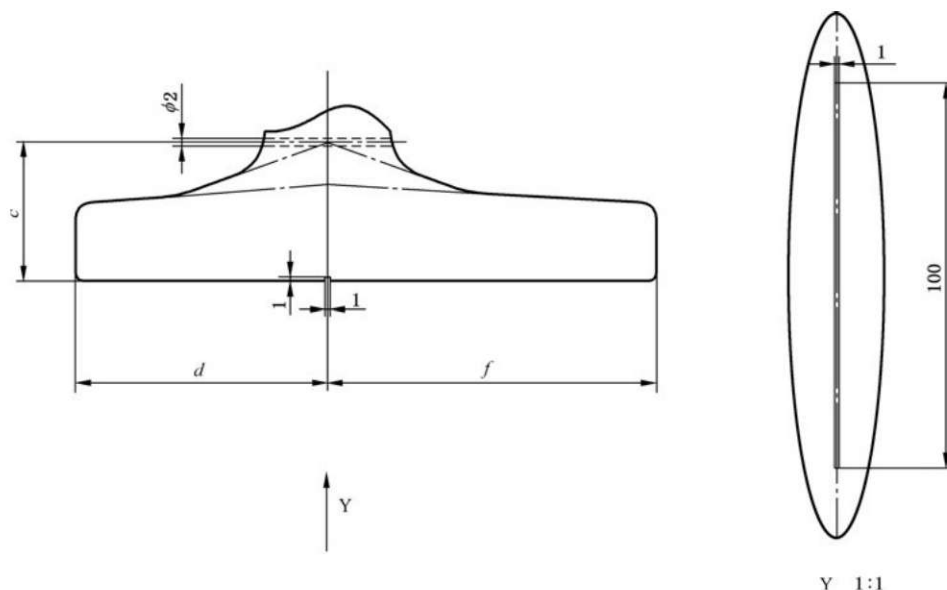


标引符号说明：

- L —— 钢轨轨腰高度；
- W —— 钢轨轨腰厚度。

图 15 非对称钢轨轨腰人工缺陷及位置

单位为毫米



标引符号说明：

c ——左右侧鱼尾斜线交点距轨底面高度；

d ——轨腰中心线距轨底左侧边缘距离；

f ——轨腰中心线距轨底右侧边缘距离。

图 16 非对称钢轨轨底人工缺陷及位置

表 6 非对称钢轨轨底人工缺陷位置

单位为毫米

尺寸	钢轨规格				
	50AT1	60AT1	60AT2	60AT3	60TY1
c	30	30	36	33.5	30.5
d	55	62	65	49	70
f	90	90	85	91	80

6.4 人工缺陷的密封

试块、样块和样轨上的人工缺陷应使用环氧树脂密封。

7 检测设备

7.1 组成

检测设备一般包括超声检测仪器、探头、探头夹持装置、机械传送装置、电控装置和其他辅助装置。

7.2 超声检测仪器

7.2.1 超声检测仪器的技术要求应符合 GB/T 27664.1 的规定。

7.2.2 超声检测仪器每年应至少校准(测试)一次。

7.2.3 采用多闸门系统,报警器闸门起始位置、宽度及报警灵敏度应是可调的。连续工作 8 h,报警闸门漂移应不大于 1 mm 碳钢的声程。

7.2.4 超声检测系统应有对界面或背面回波信号的连续监视功能。

7.2.5 超声检测系统检测结果应保存并可追溯。

7.3 探头

7.3.1 可采用单晶片或多晶片探头,单个探头的晶片长度或直径应不大于 30 mm。探头频率应为 2.5 MHz~5 MHz。

7.3.2 探头性能应符合 GB/T 27664.2 的规定,其测试方法应符合 GB/T 27664.2 和附录 A 的规定。

7.3.3 探头的参数及其布置方式应符合 4.4 的规定。

7.4 探头夹持装置

探头夹持装置能支持调整探头位置,具有良好的随动能力,保证在正常检测速度下,保持声束轴线入射角的稳定。

7.5 设备性能指标

7.5.1 检测仪工作频率应满足检测的要求。

7.5.2 检测仪重复频率(F)按公式(1)计算。

$$F \geq \frac{v}{0.5B} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

F —— 重复频率,单位为赫兹(Hz);

v —— 检测速度,单位为毫米每秒(mm/s);

B —— 晶片宽度,单位为毫米(mm)。

7.5.3 信噪比

信噪比应不小于 12 dB。

7.5.4 稳定性

在同一检测条件下,在 8 h 内回波高度的变化量应不大于 3 dB。

8 检测程序

8.1 动态样轨人工缺陷的回波高度应在基准回波高度范围内。

注:基准回波高度为判断回波相对高度的参考高度,一般用满幅的百分数表示。

8.2 将动态样轨人工缺陷波高静态调整至规定报警闸门的灵敏度值。

8.3 用动态样轨调整闸门范围时,应满足检测面积和连续监视要求,闸门范围内的噪声应比阈值低 12 dB。

8.4 钢轨在自动检测状态,工件表面耦合声能损失应进行补偿。在基准灵敏度基础上至少提高 4 dB 作为检测灵敏度。

8.5 在自动检测速度下,用动态样轨连续测试 3 次,人工缺陷报警率为 100%。

8.6 完成上述超声波测试调整后,按检测灵敏度进行自动检测。

8.7 检测开始、检测过程中每隔 8 h、检测结束或换班时,应用动态样轨核查灵敏度。

9 结果判定及标记

9.1 结果判定

当自动检测发现报警时,应重新调整检测灵敏度,其值比基准灵敏度高 6 dB,并重新进行确认和判定。重新检测仍在相同部位报警的钢轨,应将此段钢轨报废或将有缺陷部分切除。

9.2 标记

检测不合格的钢轨应进行标记。

10 检测记录与检测报告

检测记录和报告应至少包括以下内容:

- a) 被检钢轨的牌号、炉批号、规格;
- b) 本文件编号、人工缺陷尺寸和位置;
- c) 设备和仪器型号、检测标准、探头参数、检测技术、检测方法、检测灵敏度等;
- d) 检测结果(检测量、合格量、不合格量);
- e) 检测日期;
- f) 检测人员;
- g) 其他需要的信息。

附录 A
(规范性)
探头性能和测试方法

A.1 轨头探头

A.1.1 特性曲线

用轨头超声波试块(见图 A.1),在各个厚度上测定其回波高度(dB),并做出距离一波幅(dB)曲线,该特性曲线应满足下列条件:在离上、下表面 10 mm 处的回波高度与最大回波高度差不超过 6 dB。

单位为毫米

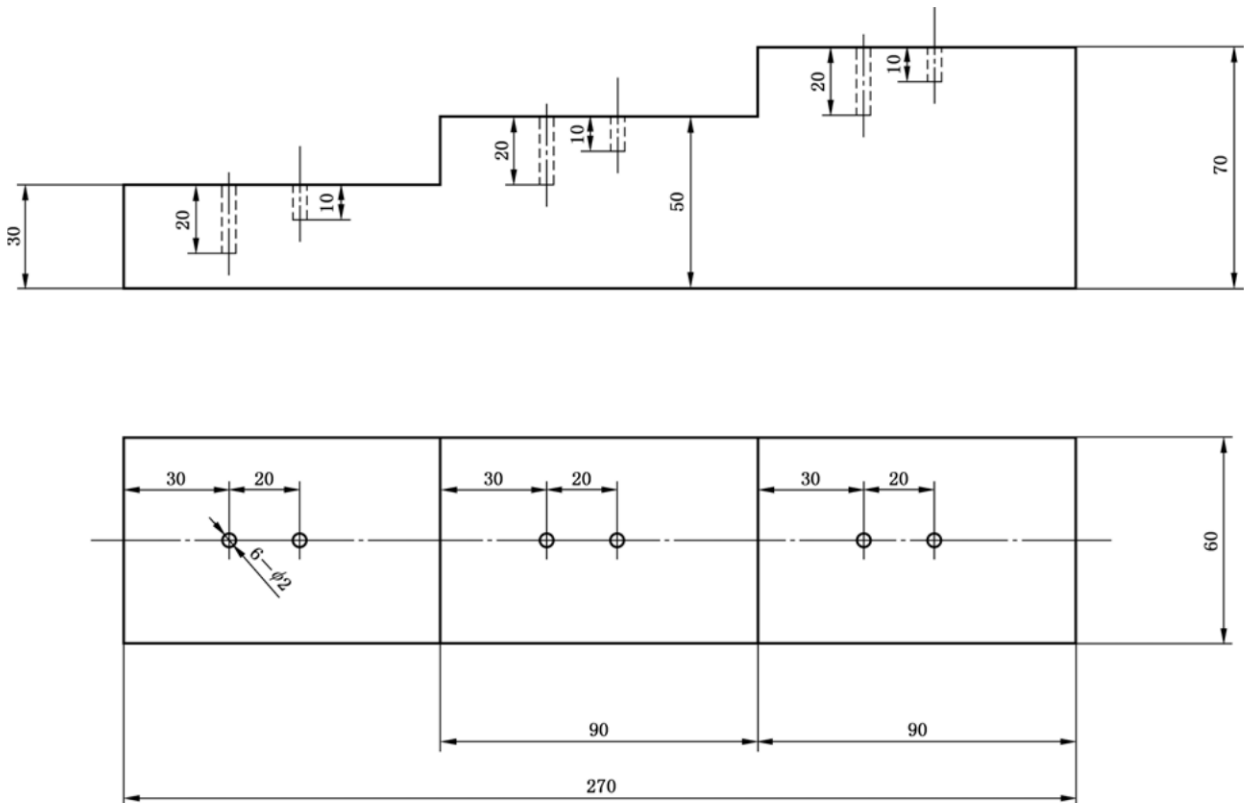


图 A.1 轨头超声波试块

A.1.2 有效波束宽度

对准轨头超声波试块任意 $\phi 2$ mm 平底孔,与声波分割面平行地移动探头,按 6 dB 法测定波束宽度,波束宽度应不小于 15 mm。

A.2 轨腰探头

用轨腰超声波试块(见图 A.2),在各个厚度上测定其回波高度(dB),并作出距离一波幅(dB)曲线,该特性曲线应满足下列条件:在离上、下表面 4 mm 处的回波高度与最大回波高度差不超过 6 dB。

单位为毫米

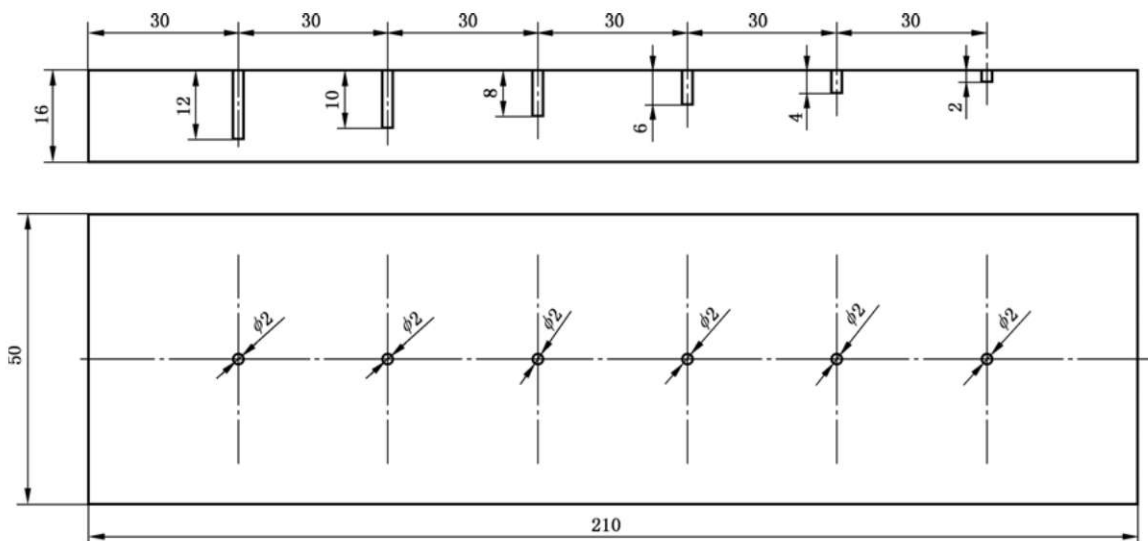


图 A.2 轨腰超声波试块

A.3 轨底探头

用轨底超声波试块(见图 A.3)测出中心处和左右 15 mm 处的回波高度(dB),左、右两边的回波高度与轨底中心处的回波高度差应不超过 8 dB。

单位为毫米

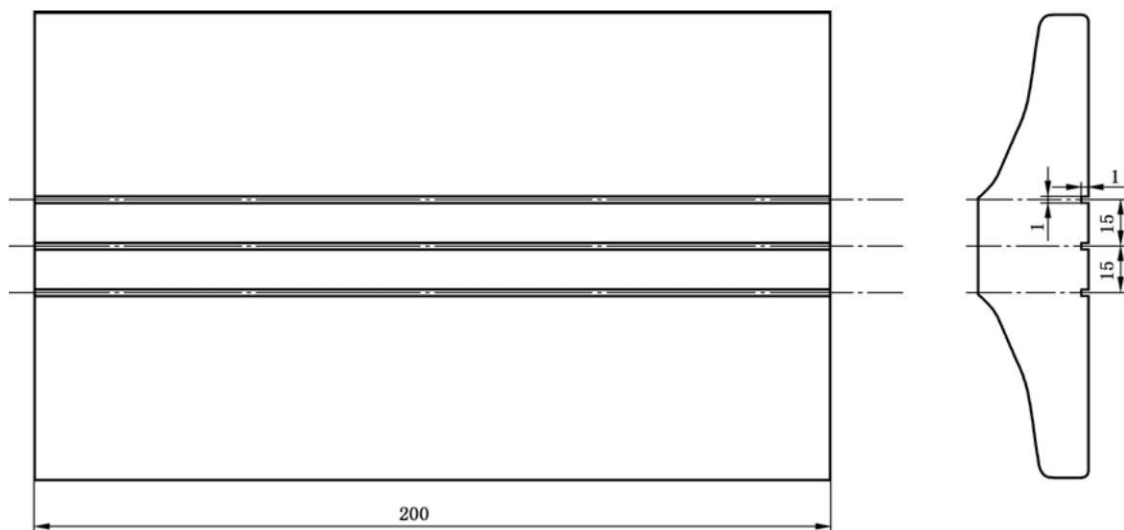


图 A.3 轨底超声波试块

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
钢轨超声检测方法
GB/T 43888—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址:www.spc.net.cn

服务热线:400-168-0010

2024年4月第一版

*

书号:155066·1-75713

版权专有 侵权必究



GB/T 43888—2024