

前 言

本标准选择采用了欧洲标准 PrEN13674-1《铁路用重轨 第一部分 46 kg/m 及以上平底对称钢轨》中的钢轨超声波探伤要求一章。

本标准代替 YB/T 951—1981《钢轨超声波探伤方法》。

本标准与 YB/T 951—1981 相比,主要变化如下:

- 扩大了标准的适用范围,从只适用于 43 kg/m、50 kg/m 钢轨,扩大为适用于 37 kg/m~75 kg/m 钢轨;
- 增加了定义一章;
- 增加了对探伤人员的要求;
- 增加了稳定性指标,取消了探伤速度要求;
- 50 kg/m 钢轨的探伤要求,按 EN 标准的规定;
- 对人工缺陷的尺寸作了修改,并明确规定了探伤的面积;
- 增加了专用对比试块。

本标准附录 A 为规范性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:攀枝花钢铁有限责任公司。

本标准主要起草人员:李扬辉、杨中伟、聂才功、何清志、唐岚。

本标准 1981 年首次发布。

钢 轨 超 声 波 探 伤 方 法

1 范围

本标准规定了钢轨超声波探伤的术语和定义、人员要求、探伤原理、探伤方法、探伤要求、试块、探头、仪器设备、信噪比、稳定性、操作、结果判定和标记等内容。

本标准适用于 37 kg/m~75 kg/m 铁路用钢轨的超声波探伤,其他钢轨的超声波探伤亦可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 2585 铁路用热轧钢轨

GB/T 11259 超声波检验用钢对比试块的制作与校检方法(eqv ASTM E428)

GB/T 12604.1 无损检测术语 超声检测

JB/T 10061 A 型脉冲反射式超声探伤仪通用技术条件

JB/T 10062 超声探伤用探头性能测试方法

3 术语和定义

GB/T 12604.1 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

轨底中心 center of rail base

钢轨轨底表面纵向对称轴上任意点。

3.2

稳定性 stability

钢轨探伤过程中,实际灵敏度变化幅度的大小。

3.3

稳定性指标 stability indices

钢轨探伤过程中,给稳定性的限量。

3.4

基准回波高度 H benchmark echo height(H)

判断各种回波相对高度的参考高度,一般用满幅的百分数表示。基准回波高度 H 的范围:满幅的 50%~80%。

3.5

灵敏度修正值 modified value of sensitivity

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。

3.6

专用对比试块 special comparative test piece

按 GB/T 11259 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。

3.7

静态样块 static sample piece

用长度不小于 100 mm、形状同被探伤的钢轨相同且部位与探测位置一致的无报警电平缺陷的钢轨、按规定的人工缺陷制作的试块。

3.8

动态样轨 dynamic sample rail

用长度不小于 6 m、无报警电平以上缺陷的钢轨、按规定的当量人工缺陷制作的试样。

4 探伤原理

电能与声能之间的相互转换以及超声波在弹性介质中的物理特性是钢轨超声波探伤的基本原理。定向发射的超声波束在钢轨中传播遇到缺陷时被反射和衰减,经过探伤仪的信号处理,而给出定量的缺陷指示。

5 探伤方法

5.1 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验。

5.2 检验时应选用水等透声性好且不损伤钢轨表面的耦合介质。

6 人员要求

6.1 探伤操作人员应持有法定部门颁发的超声波检测技术资格证书。

6.2 探伤报告签发人员应持有法定部门颁发的Ⅱ级或Ⅱ级以上级别的超声波检测技术资格证书。

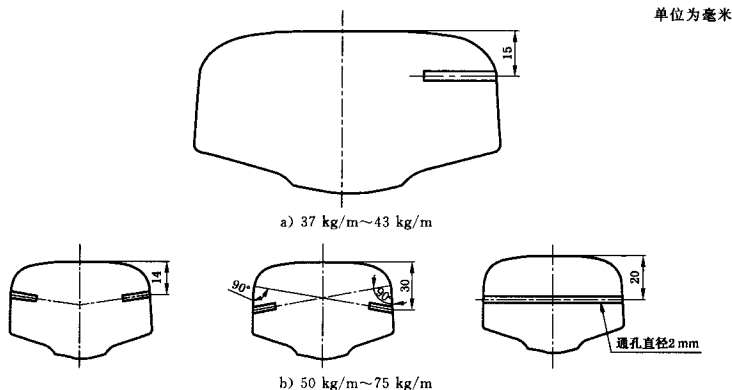
6.3 探伤人员应具备适应工作的良好身体素质,其校正视力不得低于 5.0。视力应一年检查一次。

7 探伤要求

7.1 钢轨探伤要求应符合 GB 2585 标准的规定。

7.2 钢轨两末端头不可探伤长度应小于加工余量,满足产品钢轨全长探伤的要求。

7.3 对钢轨进行超声波检测时应备有动态样轨,其轨头、轨腰、轨底的人工缺陷及位置分别按图 1、图 2、图 3。也可以使用其他人工缺陷标定,但应保证探伤灵敏度相同。

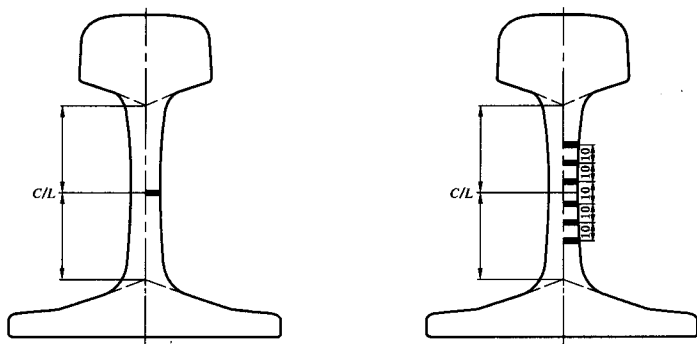


注:平底孔:

- 1) 直径 2 mm。
- 2) 孔深 15 mm。
- 3) 允许与水平线有 $\pm 10^\circ$ 的角。

图 1 钢轨轨头人工缺陷及位置

单位为毫米



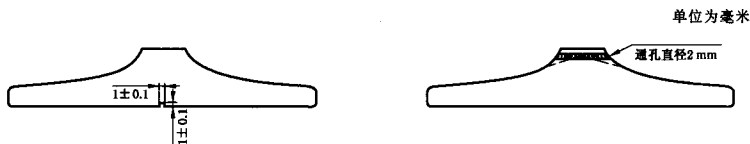
a) 37 kg/m~43 kg/m

b) 50 kg/m~75 kg/m

注：平底孔：

- 1) 2 mm 直径的孔钻至轧腰中心线。
- 2) 允许与水平线 $\pm 10^\circ$ 的角。

图 2 钢轨轨腰人工缺陷及位置



a) 37 kg/m~75 kg/m

b) 50 kg/m~75 kg/m

图 3 钢轨轨底人工缺陷及位置

8 试块

8.1 专用对比试块

应由具有制造标准试块或计量器具资格的单位制作。

8.1.1 作用

用于试块之间灵敏度的校准。

8.1.2 要求

8.1.2.1 试块用 45 号钢制作，并应做外棱倒棱，倒角 $0.5 \text{ mm} \times 45^\circ$ 。同类试块相应人工缺陷回波高度误差不大于 1 dB。

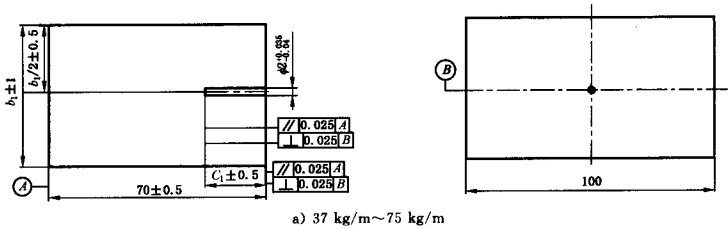
8.1.2.2 除本标准规定外，其他应符合 GB/T 11259 的要求。

8.1.3 型式尺寸

8.1.3.1 轨头专用对比试块尺寸应符合图 4 和表 1 的规定。

8.1.3.2 轨腰专用对比试块尺寸应符合图 5 和表 2 的规定。

单位为毫米



单位为毫米

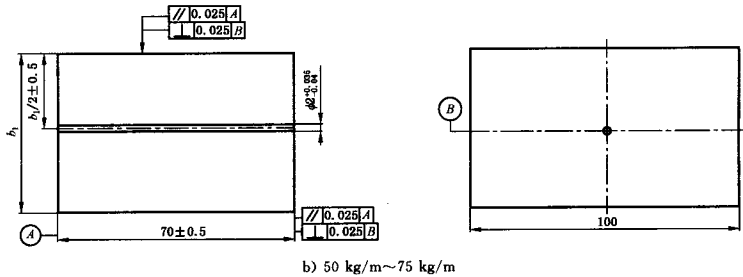


图 4 轨头专用对比试块尺寸

表 1 轨头专用对比试块尺寸

单位为毫米

尺寸	钢 轨 规 格	
	37 kg/m~43 kg/m	50 kg/m~75 kg/m
b_1	30	40
c_1	15	—

单位为毫米

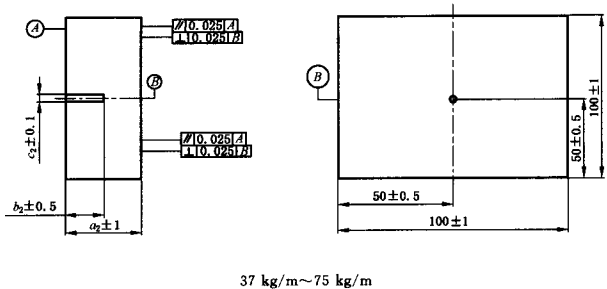


图 5 轨腰专用对比试块尺寸

表 2 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	75 kg/m
a_2	13	13	14	15	16	20.0
b_2	6.5	6.5	7.2	7.5	8	10.0
c_2	4	4	4	2	2	2

8.1.3.3 轨底专用对比试块尺寸应符合图 6 和表 3 的规定。

表 3 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	75 kg/m
a_3	122.0	114.0	114.0	132.0	150.0	150.0
b_3	61.0	57.0	57.0	66.0	75.0	75.0
c_3	8.0	9.0	11.0	10.0	12.0	13.0
d_3	18.0	24.0	27.0	—	—	—
e_3	—	—	—	15.0	20.0	20.0
f_3	—	—	—	32.0	38.0	38.0

单位为毫米

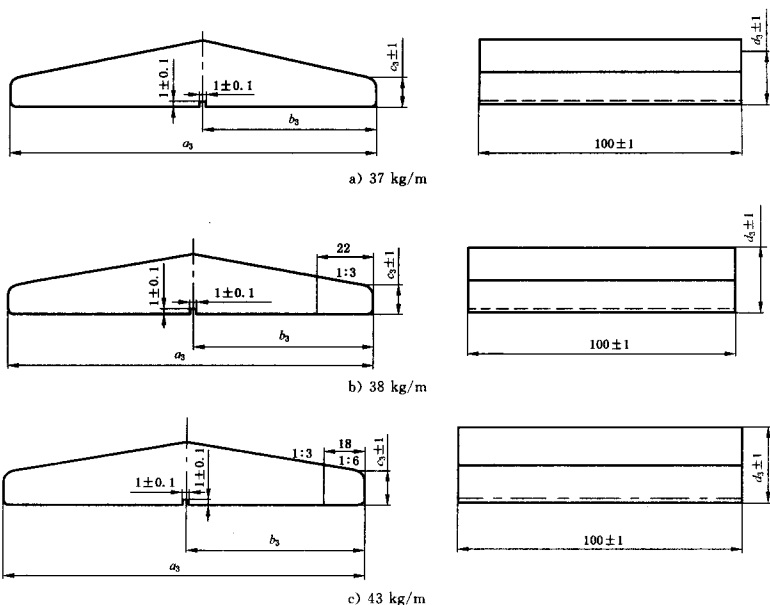
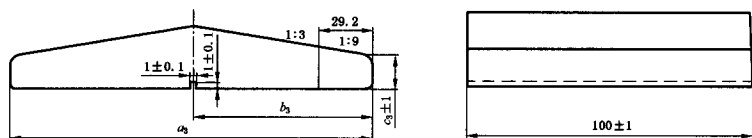
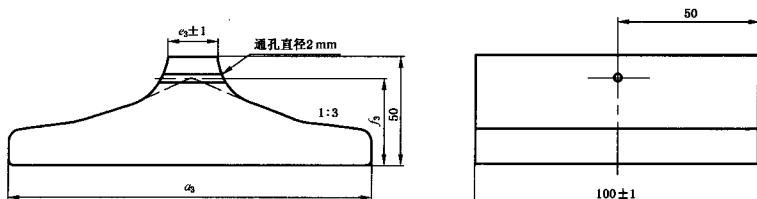


图 6 轨底专用对比试块尺寸

单位为毫米



d) 50 kg/m~75 kg/m



e) 50 kg/m~75 kg/m

图 6(续)

8.2 对比试块

8.2.1 静态样块

8.2.1.1 作用

钢轨质量的检测基准。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。

8.2.1.2 要求

8.2.1.2.1 轨头、轨腰长度不小于 100 mm, 轨底长度不小于 120 mm。

8.2.1.2.2 缺陷位置见图 7、图 8、图 9 和表 4。

8.2.1.2.3 轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸见图 1、图 2、图 3。

8.2.2 动态样轨

8.2.2.1 作用

在探头与动态样轨相对静止状态下调整起落架。在探头与动态样轨相对运动状态下调整灵敏度。在探头与动态样轨相对运动状态下检测运行机构的稳定性。

8.2.2.2 要求

8.2.2.2.1 长度不小于 6 m。

8.2.2.2.2 缺陷位置见图 10 和表 4 或相当的灵敏度。

8.2.2.2.3 轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸见图 1、图 2、图 3。

8.2.2.2.4 除本标准规定外,其他应符合 GB/T 11259 的要求。

8.3 试块的密封

试块的人工缺陷处用环氧树脂密封。

单位为毫米

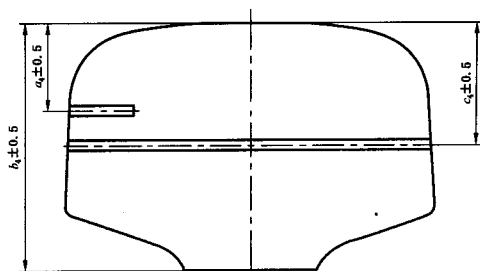


图 7 轨头静态样块尺寸

单位为毫米

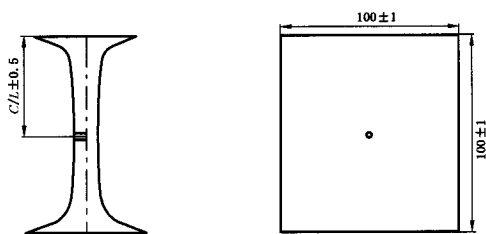


图 8 轨腰静态样块尺寸

单位为毫米

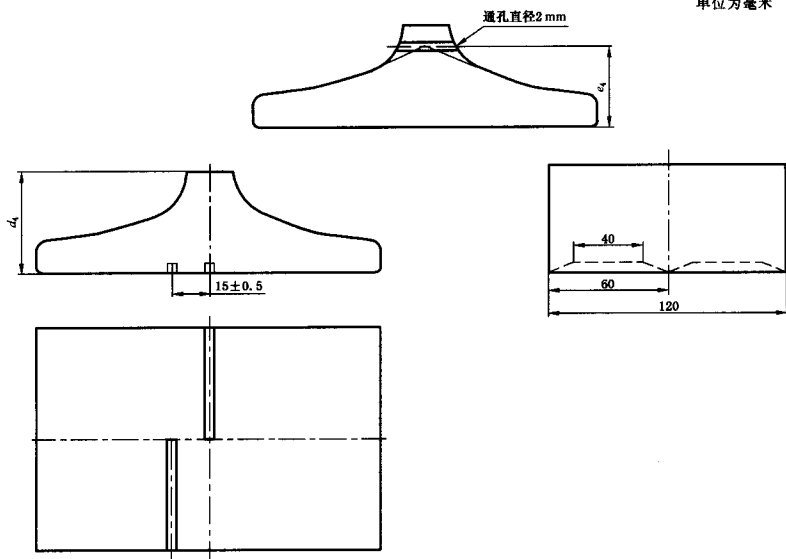


图 9 轨底静态样块尺寸

8.4 试块的校正

专用对比试块的校正方法按 GB/T 11259 标准进行。静态样块和动态样轨每 2 年用专用对比试块校正灵敏度修正值。

9 探头

9.1 探头性能和测试方法应遵照 JB/T 10062 标准和附录 A 的规定。

9.2 探头的参数及其布置应能满足本标准第 7 条规定的灵敏度和探伤区域。

9.3 探头与仪器连接应选用损耗小、匹配好的同轴电缆线或光缆线。

10 仪器设备

10.1 采用通用模拟式超声波探伤仪或数字式超声波探伤仪,其技术要求应符合 JB/T 10061 的规定。

10.2 采用多闸门系统,报警器闸门起始位置、宽度及报警灵敏度是可调的。连续工作 8 h,报警器闸门漂移不大于相当于 1 mm 碳钢的声程。

10.3 探伤仪工作频率应满足探伤的要求。

10.4 探伤仪重复频率为 F ,由下式计算:

$$F \geq \frac{v}{0.5B}$$

式中:

F ——重复频率,单位为每秒 1/s;

v ——探伤速度,单位为毫米每秒(mm/s);

B ——晶片宽度,单位为毫米(mm)。

表 4 对比试块人工缺陷尺寸 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	75 kg/m
轨 头	通孔直径	—	—	—	2	2	2
	c_k	—	—	—	20	20	20
	平底孔深	20±1	20±1	20±1	15±1	15±1	15±1
	a_k	15	15	15	14/30	14/30	14/30
	b_k	34	34	35	38	39	51
轨 腰	平底孔直径	4	4	4	2	2	2
	孔深	6.5	6.5	7.2	7.7	8.2	10.0
	C/L	35	35	38	32/42/52	29/39/49 /59/69/79	22/32/42 /52/62/72
轨 底	通孔直径	—	—	—	2	2	2
	d_k	18.0	24.0	27.0	—	—	—
	e_k	—	—	—	32.0	38.0	38.0
	宽	1					
	深	1					
	位置	静态样块在轨底中心及距轨底中心 15 mm 处;动态样轨在轨底中心。					

11 信噪比

信噪比不小于 12 dB。

12 稳定性

在同一探伤条件下,回波高度的变化量不得大于 3 dB。

13 操作

13.1 回波高度调整:其回波高度应在基准回波高度范围内。

13.2 基准灵敏度调整:在正常探伤速度下,将动态样轨上各人工缺陷回波调到处于报警状态。

13.3 稳定性调整:用动态样轨往返数次,稳定性满足要求。

13.4 探伤灵敏度调整:根据动态样轨和静态样块的修正值调整灵敏度。

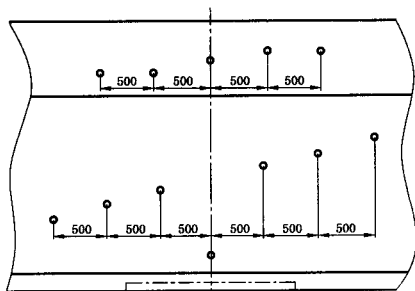
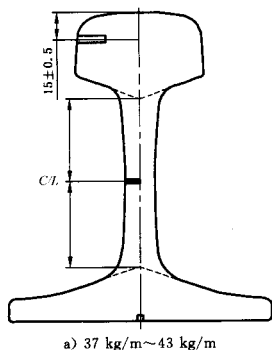
13.5 报警闸门调整:用动态样轨调整闸门范围满足探伤面积和连续监视要求,闸门范围内的噪声应低于 12 dB 阈值。

13.6 探伤:完成上述超声波测试调整后,按探伤灵敏度进行探伤。

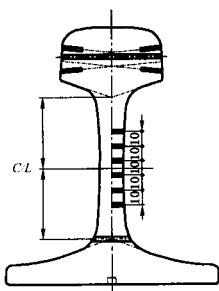
14 结果判定及标记

14.1 结果判定:缺陷反射波超过 $\phi 2$ 平底孔 + 2 dB 的钢轨作为判废钢轨,判废钢轨为不合格钢轨或将有缺陷部分切除。

单位为毫米



注:图中 500 mm 为参考值



b) 50 kg/m~75 kg/m

图 10 动态样轨尺寸

14.2 标记:探伤不合格的钢轨必须进行标记。

14.3 记录。

14.3.1 探伤不合格的钢轨必须有探伤记录。

14.3.2 灵敏度修正值必须有记录。

14.4 探伤报告。

14.4.1 探伤合格的钢轨必须有签发报告。

14.4.2 探伤报告主要内容:日期、钢号、探伤条件、设备、人员等。

附 录 A
(规范性附录)
探头性能和测试

A.1 轨头探头

A.1.1 特性曲线:用图 A.1 试块,在各个厚度上测定其回波高度(dB),并做出距离-波幅(dB)曲线,该特性曲线需满足下列条件:

A.1.1.1 在离上、下表面 10 mm 处的回波高度与最大回波高度差应在 6 dB 范围内。

A.1.2 有效波束宽度:对准图 A.1 试块任意 $\phi 2$ mm 平底孔,与声波剖面平行地移动探头,按 6 dB 法测定波束宽度。

单位为毫米

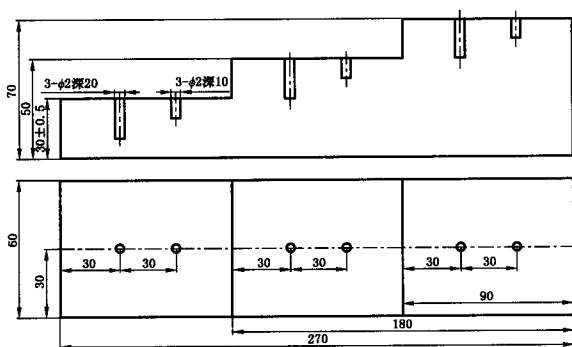


图 A.1 轨头超声波试块

A.2 轨腰探头

A.2.1 用图 A.2 试块,在各个厚度上测定其回波高度(dB),并作出距离-波幅(dB)曲线,该特性曲线必须满足下列条件:

A.2.1.1 在离上、下表面 4 mm 处的回波高度与最大回波高度差应在 3 dB 范围内。

单位为毫米

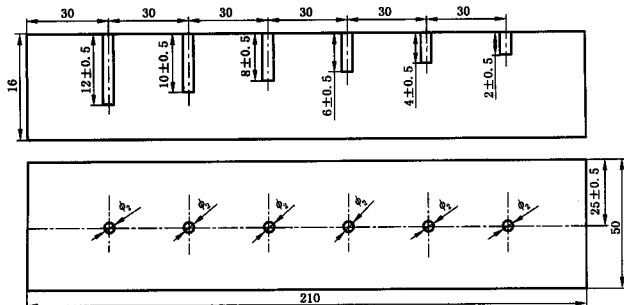


图 A.2 轨腰超声波试块

A.3 轨底探头

用图 A.3 试块测出中心处和左右 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必须在 8 dB 内。

单位为毫米

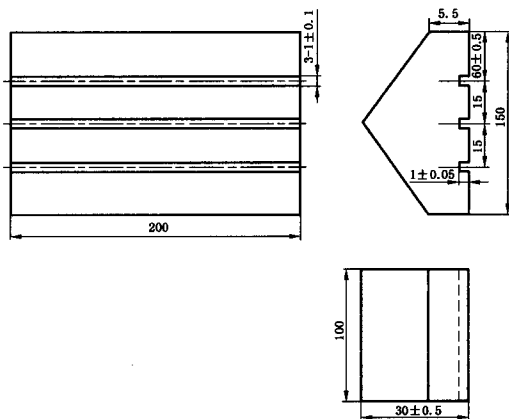


图 A.3 轨底超声波试块