

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 951—2014

代替 YB/T 951—2003

钢轨超声波探伤方法

Method of the ultrasonic testing for rails

2014-05-06 发布

2014-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 YB/T 951—2003《钢轨超声波探伤方法》，本标准与 YB/T 951—2003 相比，主要变化如下：

- 增加了非对称断面钢轨探伤的内容；
- 增加非对称断面钢轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸图；
- 对 43kg/m 及以下钢轨的探伤要求、人工缺陷孔径、缺陷数量进行了修改；
- 对 50kg/m 钢轨的轨头下孔人工缺陷位置进行了修改；
- 钢轨探伤灵敏度的内容进行了修改；
- 钢轨探伤结果的判定进行了修改；
- 修改了动态样轨的定义；
- 增加了基准灵敏度的定义；
- 取消了原标准图 10 动态样轨尺寸内容。

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(SAC/TC183)归口。

本标准起草单位：攀钢集团有限公司、四川兴天源材料检测技术有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：曾富、贾瑜、张洪、赵国立、何清志、叶云良、刘长青、董莉、袁刚强。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- YB/T 951—1981；
- YB/T 951—2003。

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、探伤原理、探伤方法、人员要求、探伤要求、试块及样轨、探头、仪器设备、信噪比、稳定性、操作、结果判定及标记等内容。

本标准适用于 37kg/m~75kg/m 铁路用对称断面钢轨和非对称断面钢轨的超声波探伤,其他钢轨的超声波探伤亦可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2585 铁路用热轧钢轨

GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

GB/T 11259 超声波检验用钢对比试块的制作与校验方法

GB/T 12604.1 无损检测术语 超声检测

GB/T 23905 无损检测 超声检测用试块

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 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

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 benchmark echo height

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 100mm 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 6m、无报警电平以上缺陷的同断面钢轨、按规定的当量人工缺陷制作的试样。

3.9

基准灵敏度 reference sensitivity

动态样轨上人工缺陷波幅达到规定的报警闸门的灵敏度值。

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有关部门按 GB/T 9445 要求认定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有关部门按 GB/T 9445 要求认定的超声 II 级或 II 级以上级别的超声波检测技术资格证书。

7 探伤要求

7.1 钢轨探伤要求应符合 GB 2585 的规定。

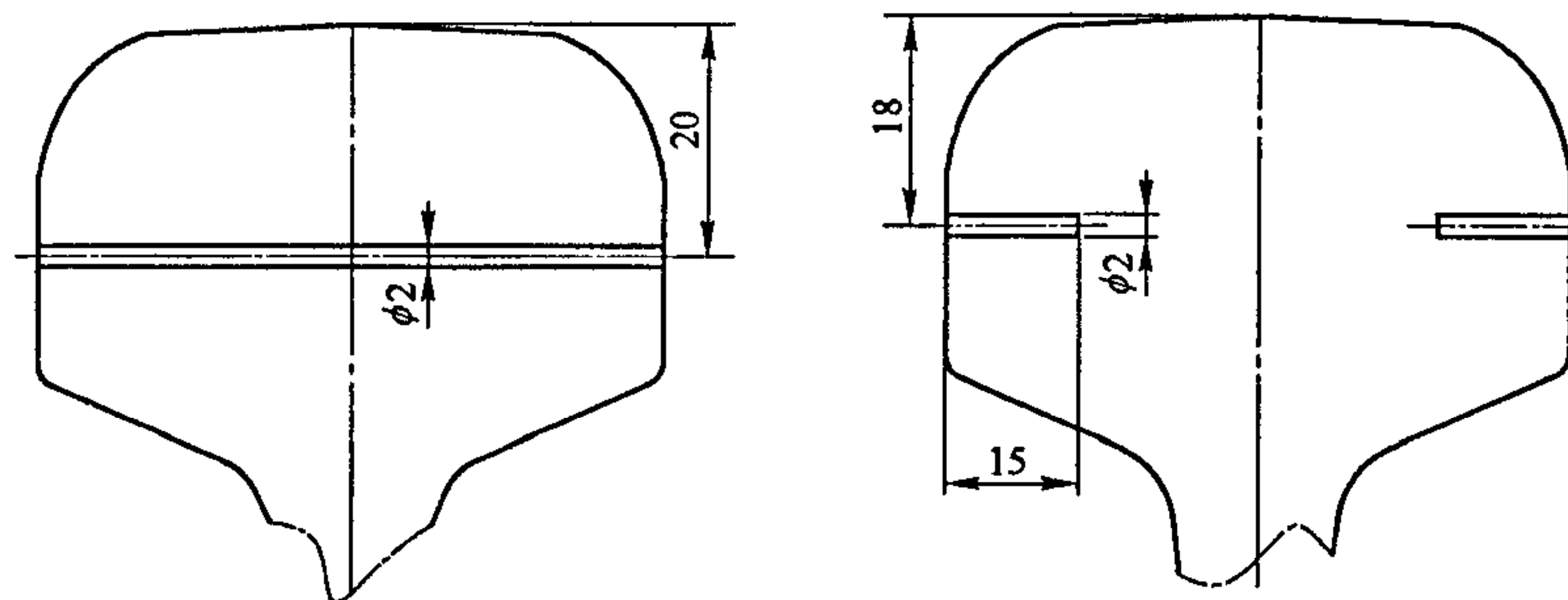
7.2 钢轨两端端头不可探伤长度应小于加工余量,满足产品钢轨全长探伤的要求。

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 7.3.1 和 7.3.2 条所示。也可以使用其他人工缺陷进行校准,但应保证探伤面积和探伤灵敏度达到相应产品标准要求,其他规格的钢轨也可参照执行。

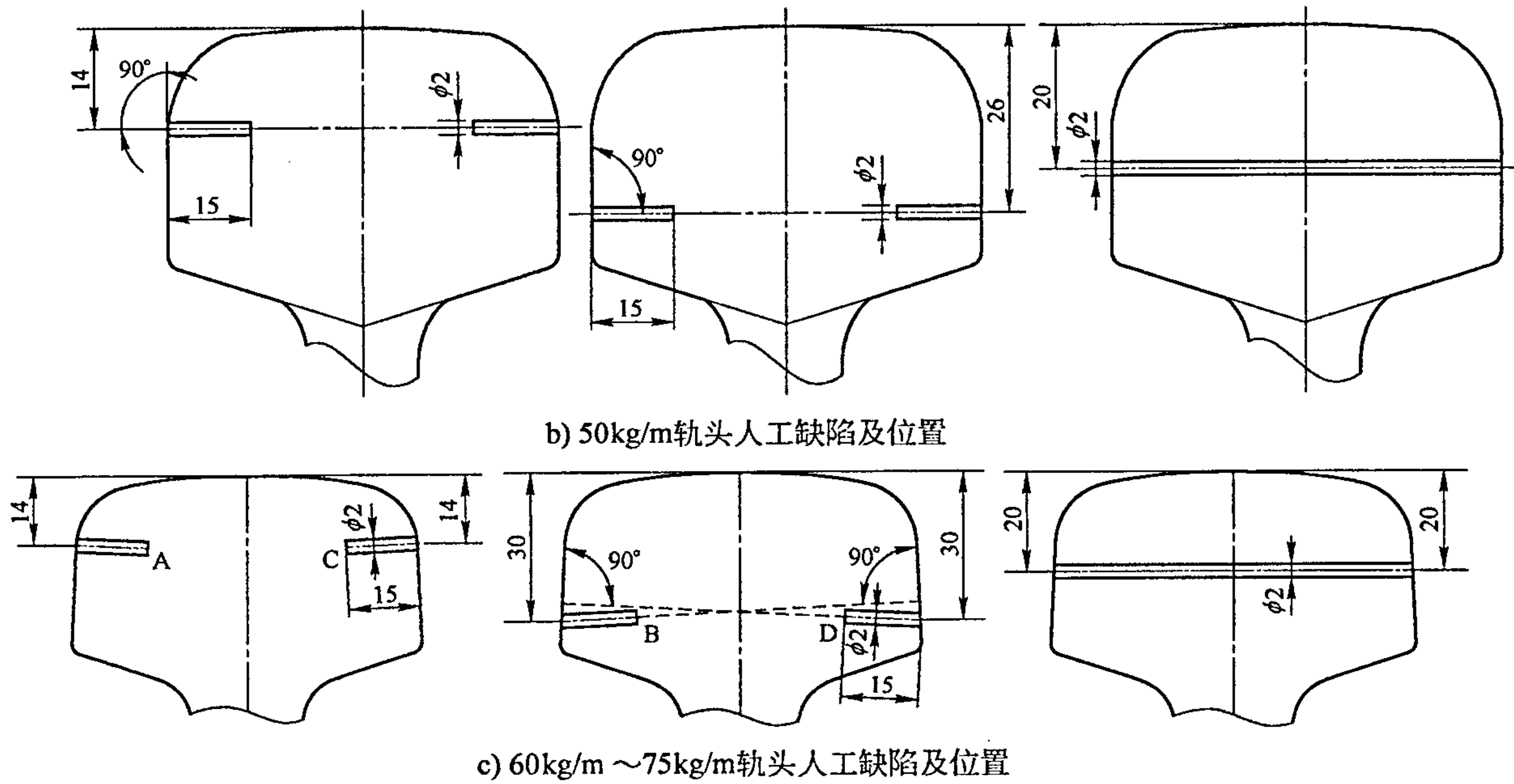
7.3.1 对称断面钢轨样轨的人工缺陷及位置

对称断面钢轨的轨头、轨腰和轨底的人工缺陷及位置分别见图 1、图 2 和图 3,其他对称断面钢轨的超声波探伤样轨的人工缺陷及位置要求应参考下述断面执行,并将最终样轨的图纸提供给用户。

单位为毫米



a) 37kg/m ~43kg/m 轨头人工缺陷及位置

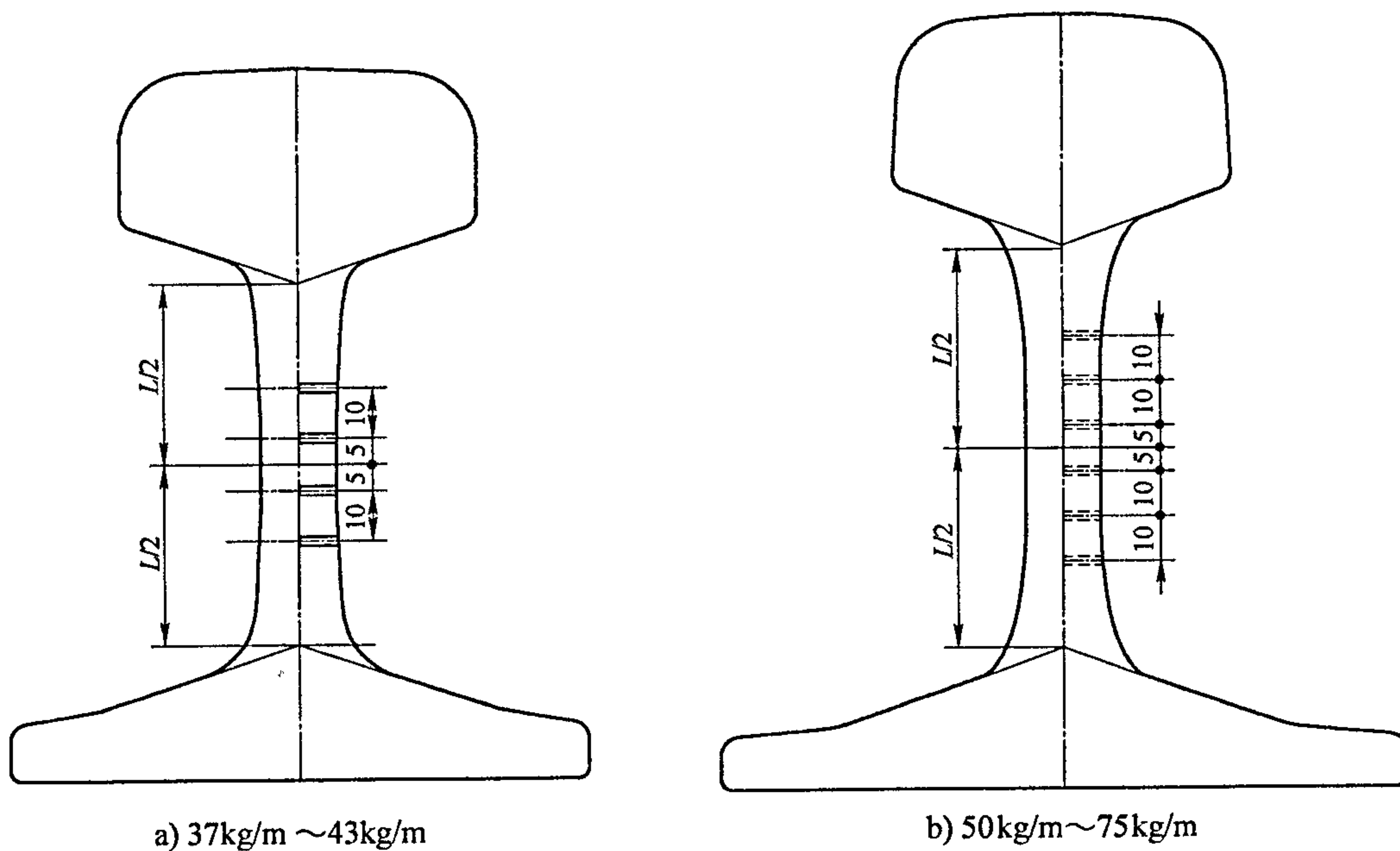


平底孔：

- 1) 直径 2mm；
- 2) A 和 C 与 B 和 D 成 $8^\circ \pm 1^\circ$ 角。

图 1 对称钢轨轨头人工缺陷及位置

单位为毫米



平底孔：

- 1) 直径 2mm 的孔钻至轨腰中心线；
- 2) 允许有与水平线成 $\pm 1^\circ$ 角的偏差。

图 2 对称钢轨轨腰人工缺陷及位置

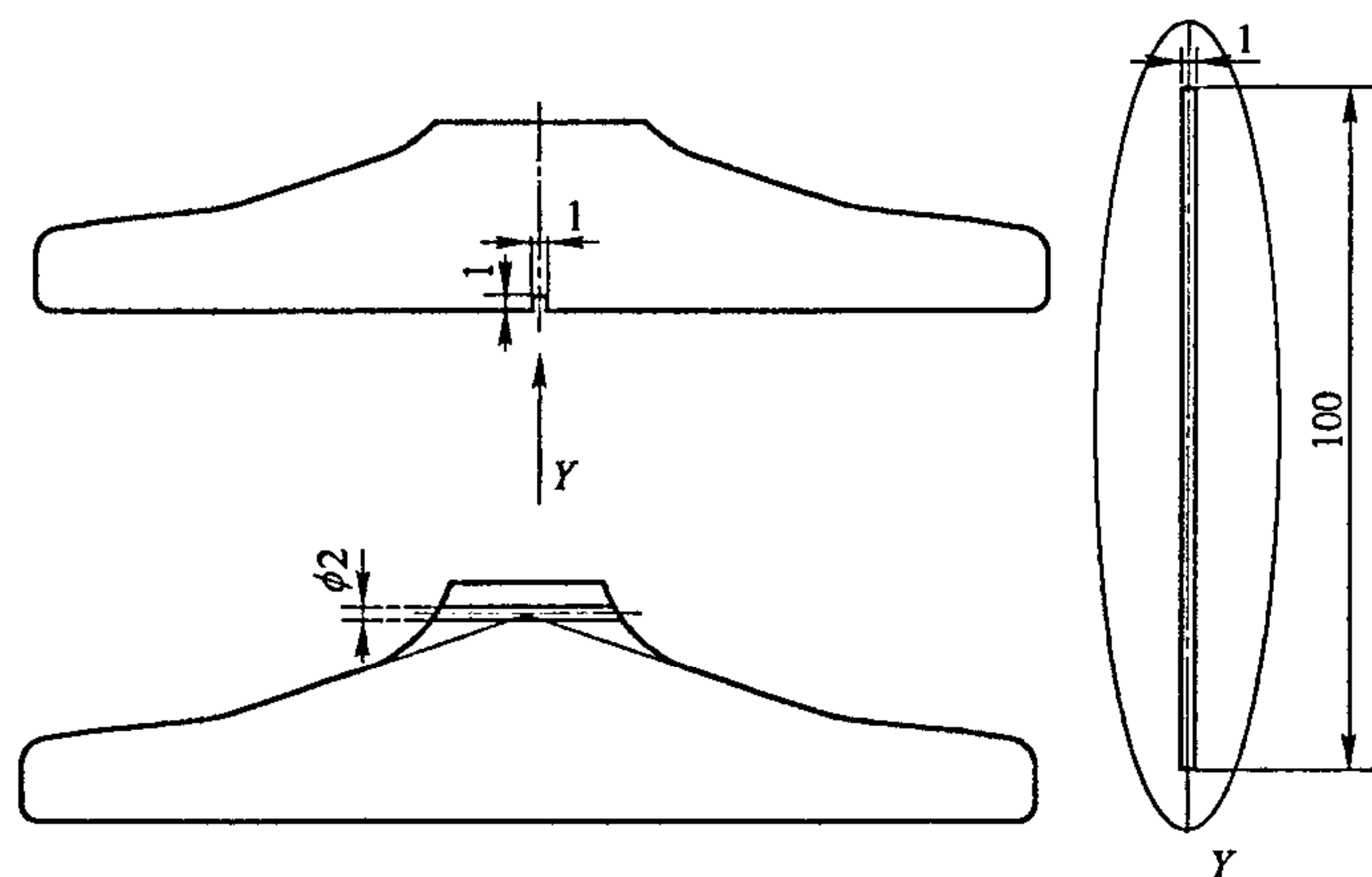
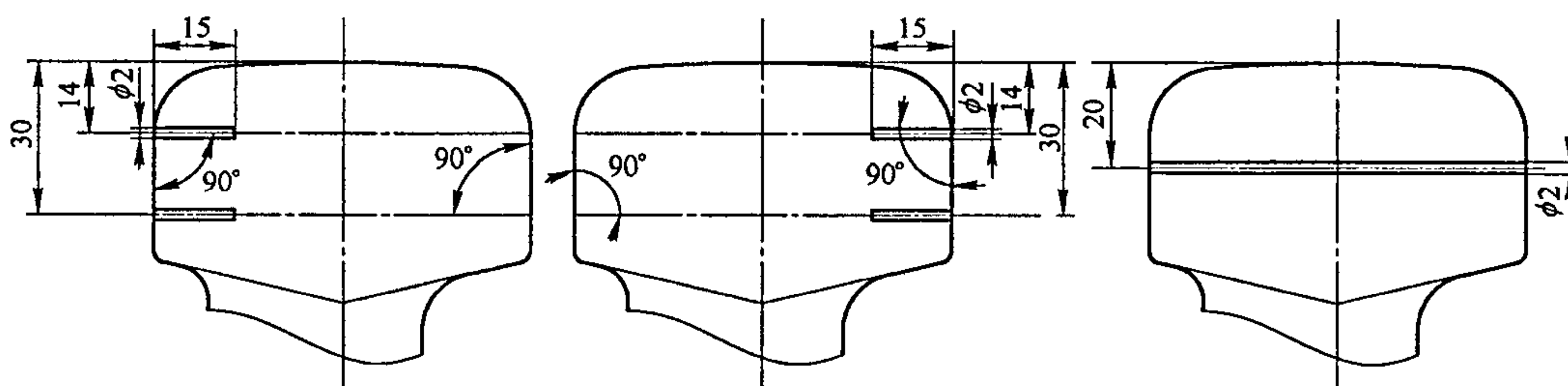


图3 对称钢轨轨底人工缺陷及位置

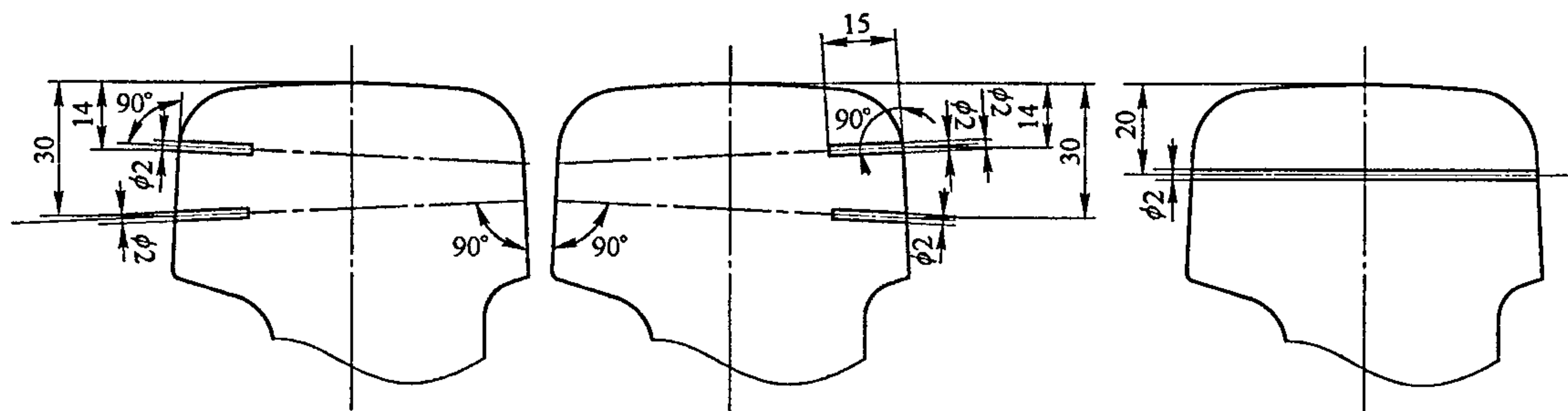
7.3.2 非对称断面钢轨样轨的人工缺陷及位置

非对称断面钢轨的轨头、轨腰和轨底的人工缺陷及位置分别见图4、图5和图6。其他非对称断面钢轨的超声波探伤样轨的人工缺陷及位置要求应参考下述断面执行,并将最终样轨的图纸提供给用户。

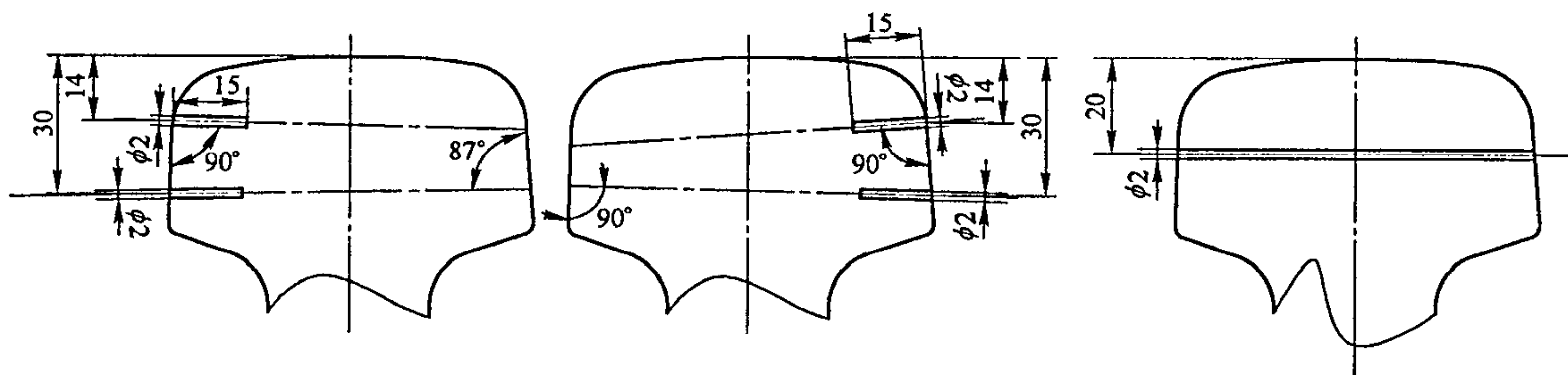
单位为毫米



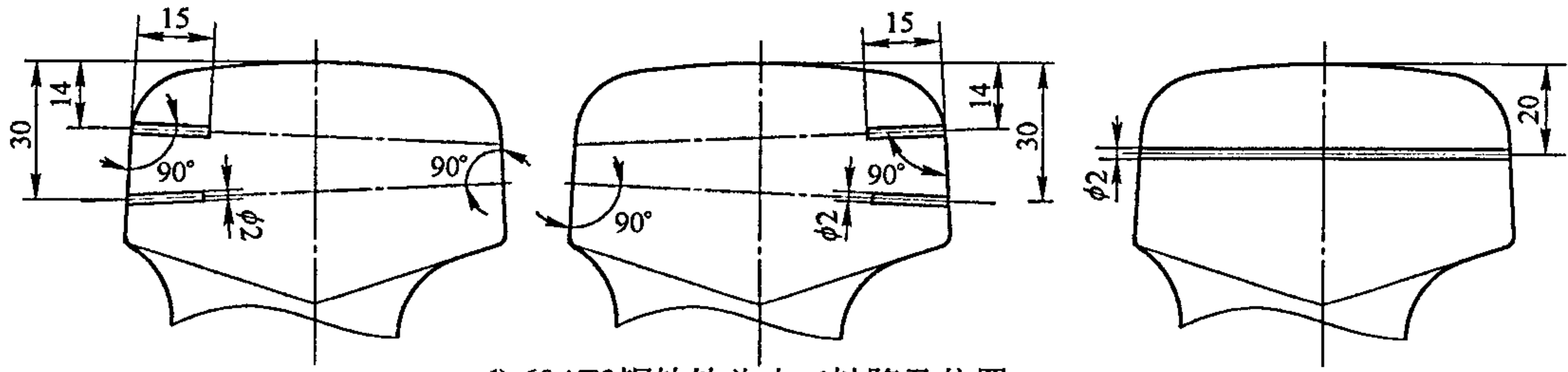
a) 50AT1钢轨轨头人工缺陷及位置



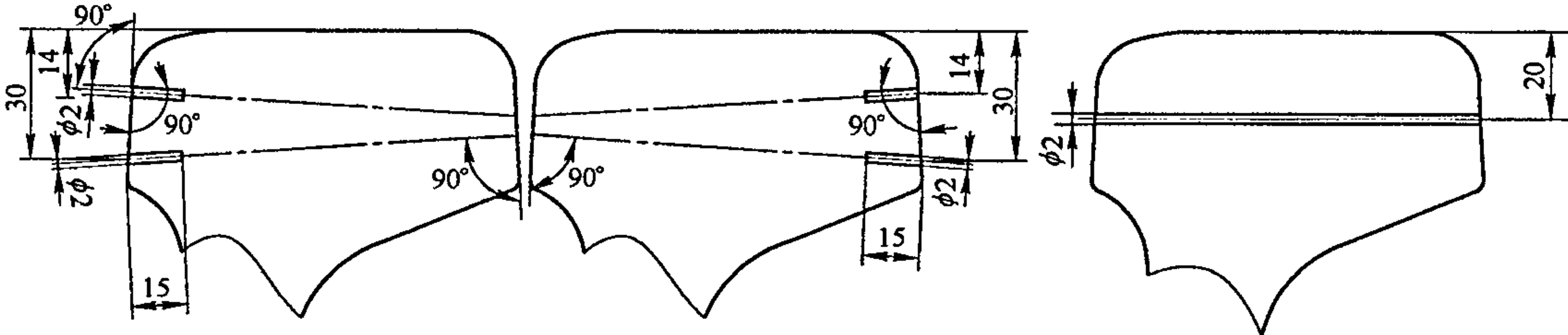
b) 60AT1钢轨轨头人工缺陷及位置



c) 60AT2钢轨轨头人工缺陷及位置



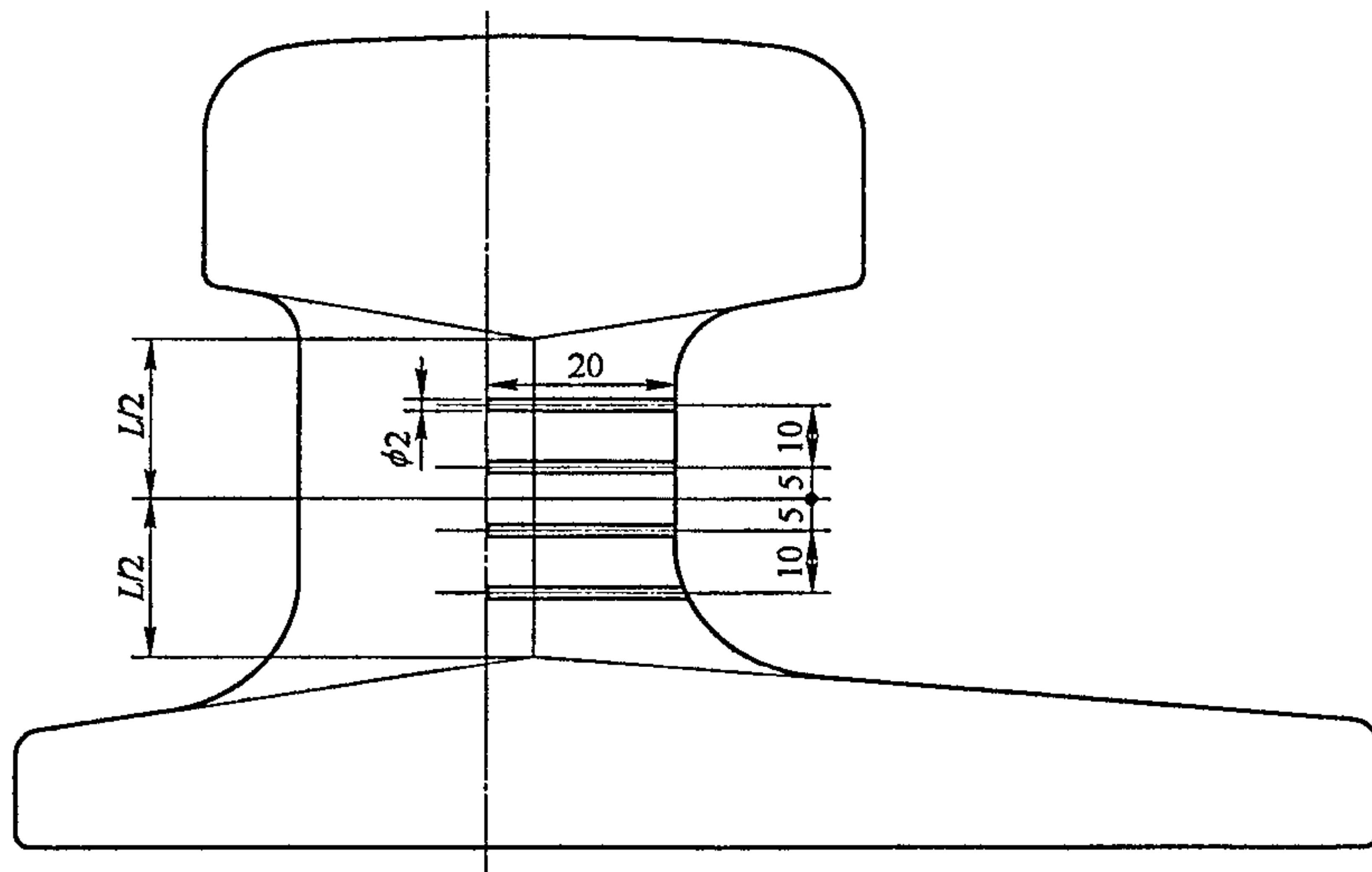
d) 60AT3钢轨轨头人工缺陷及位置



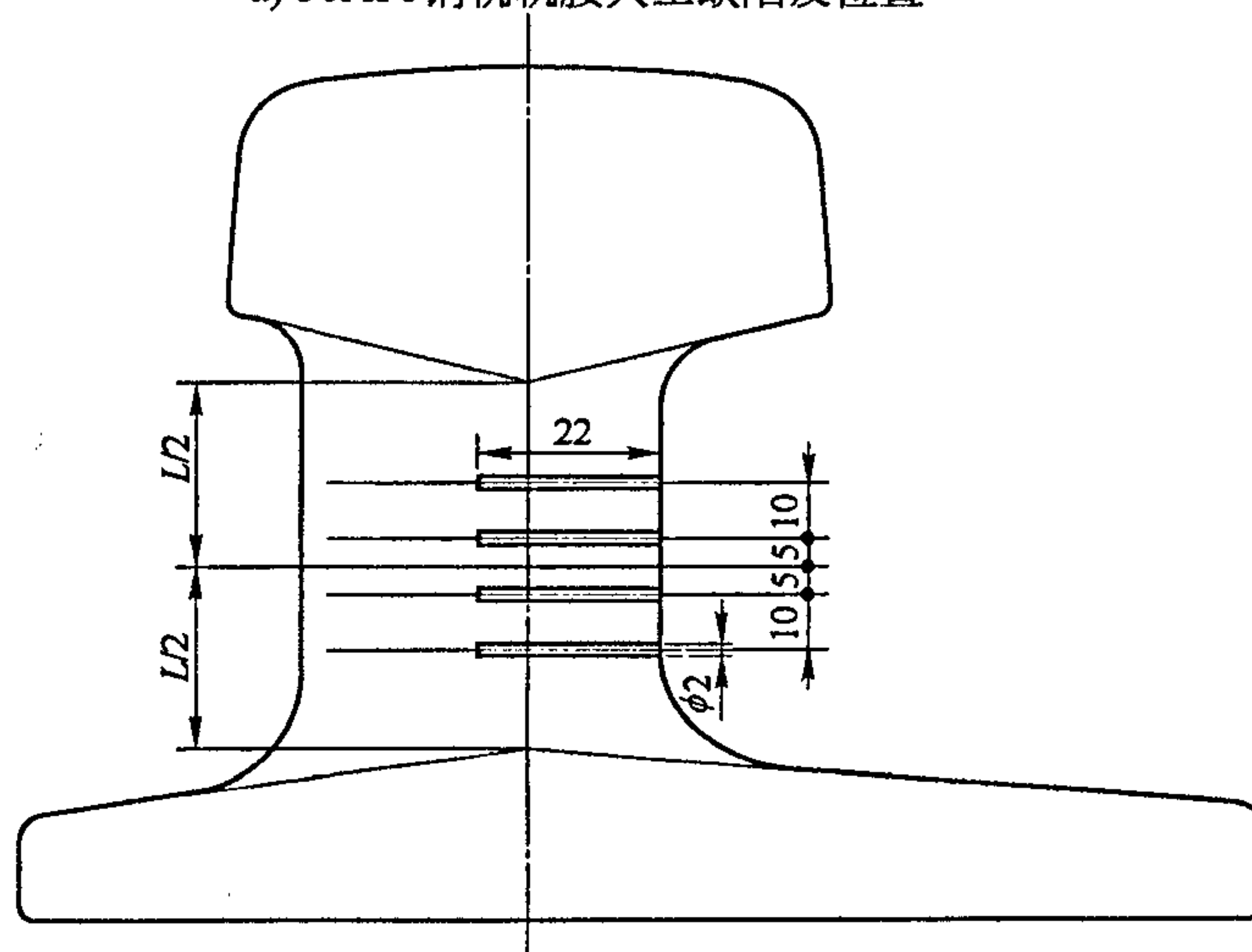
e) 60TY1钢轨轨头人工缺陷及位置

图4 非对称钢轨轨头人工缺陷及位置

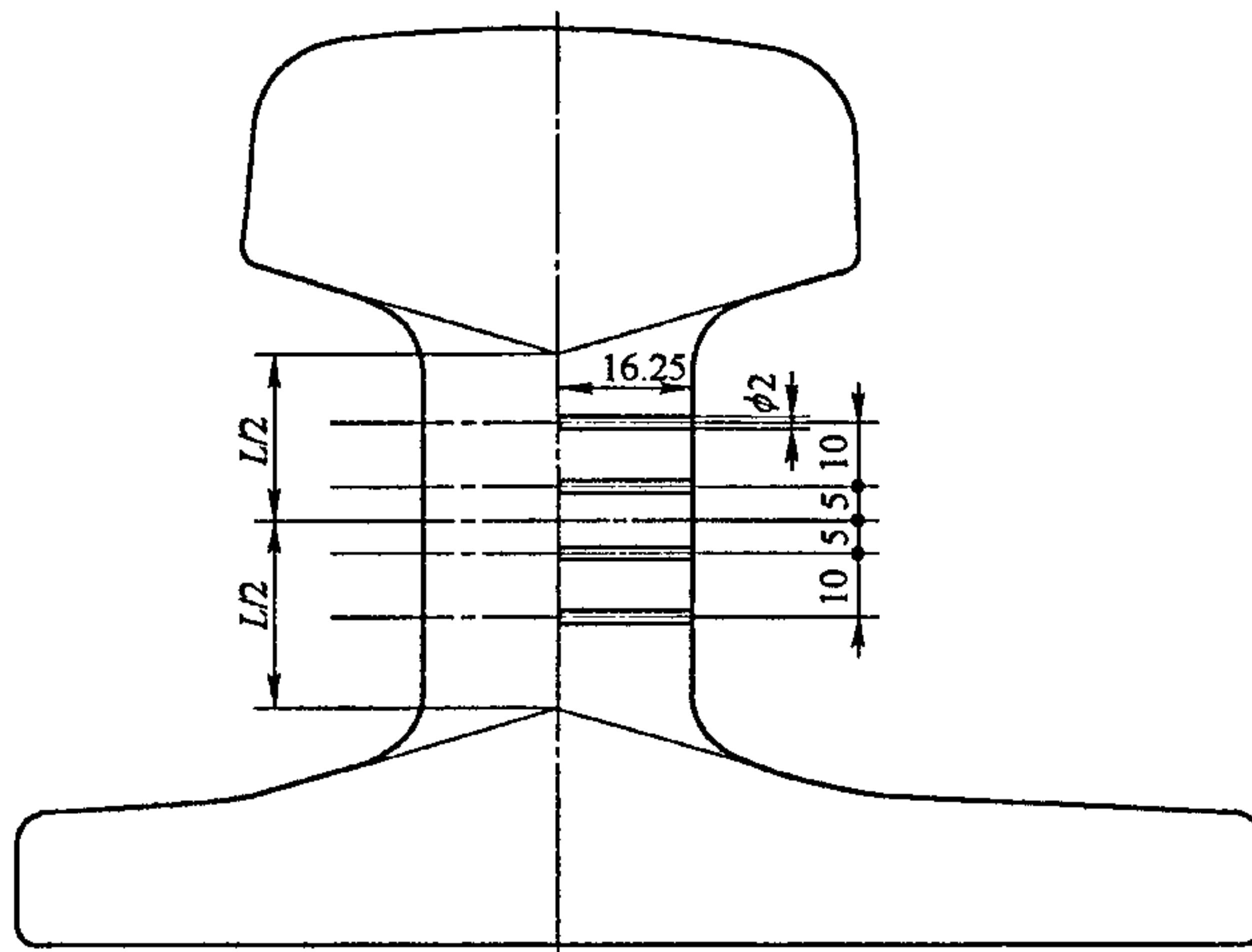
单位为毫米



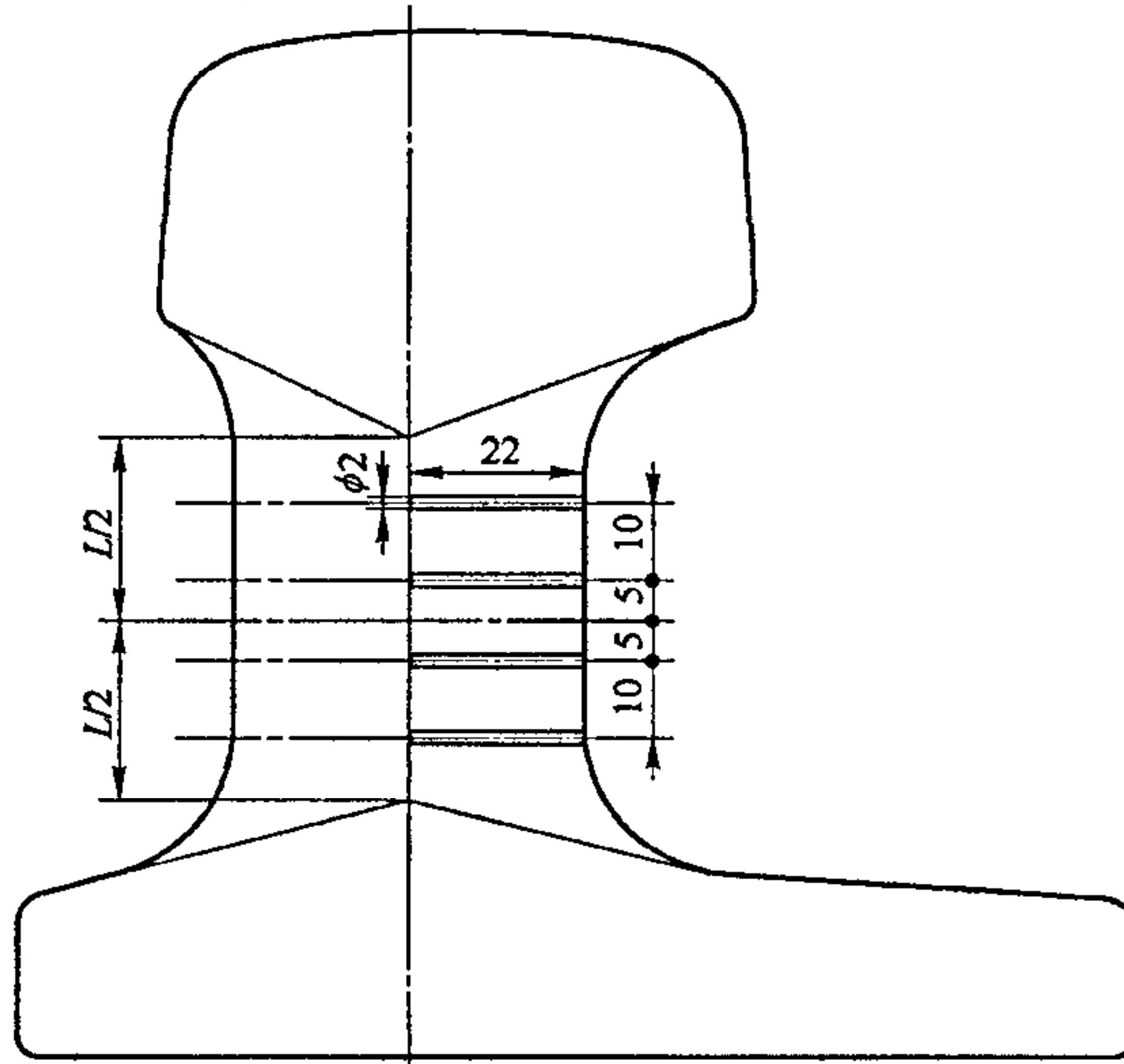
a) 50AT1钢轨轨腰人工缺陷及位置



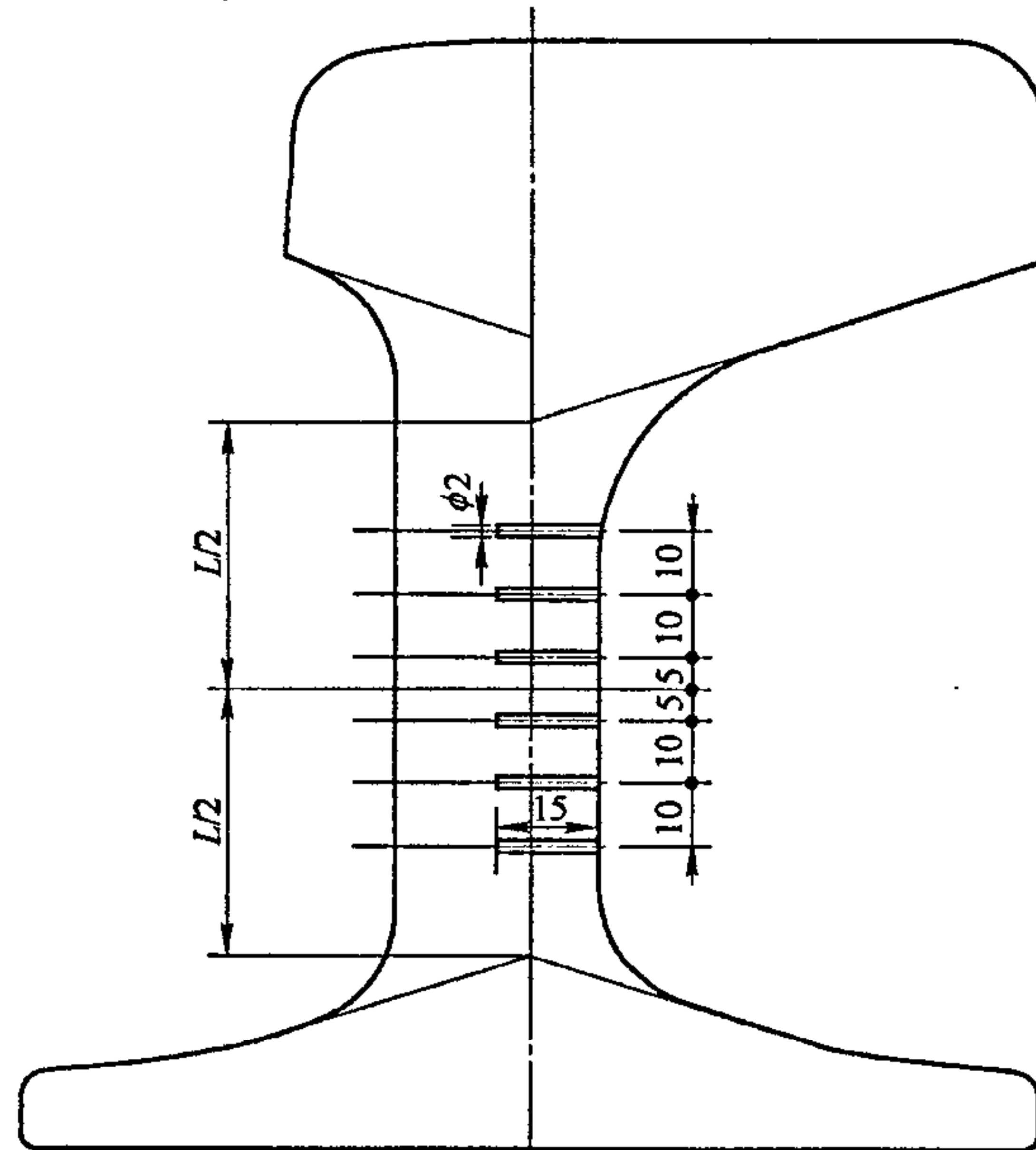
b) 60AT1钢轨轨腰人工缺陷及位置



c) 60AT2钢轨轨腰人工缺陷及位置



d) 60AT3钢轨轨腰人工缺陷及位置



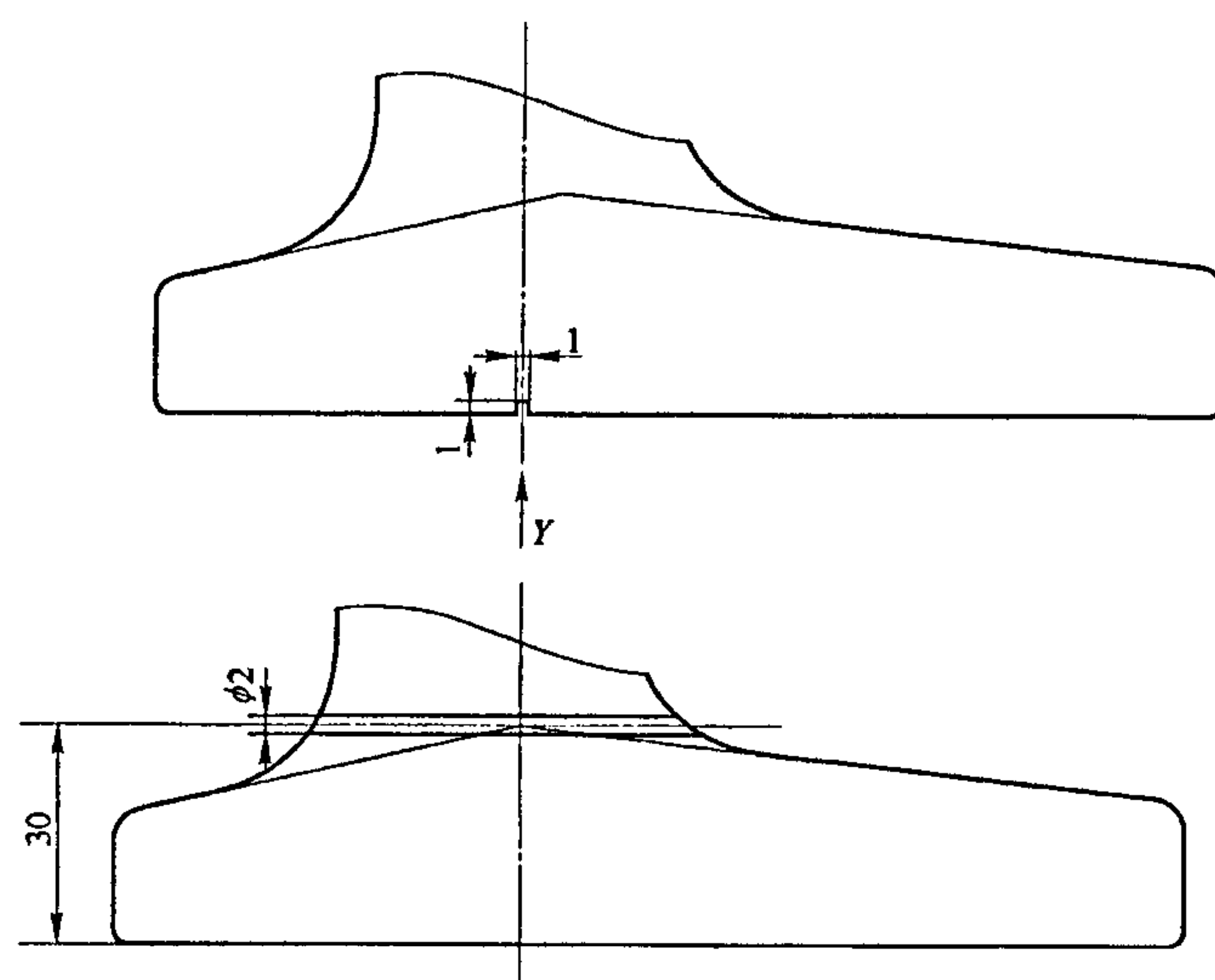
e) 60TY1钢轨轨腰人工缺陷及位置

平底孔：

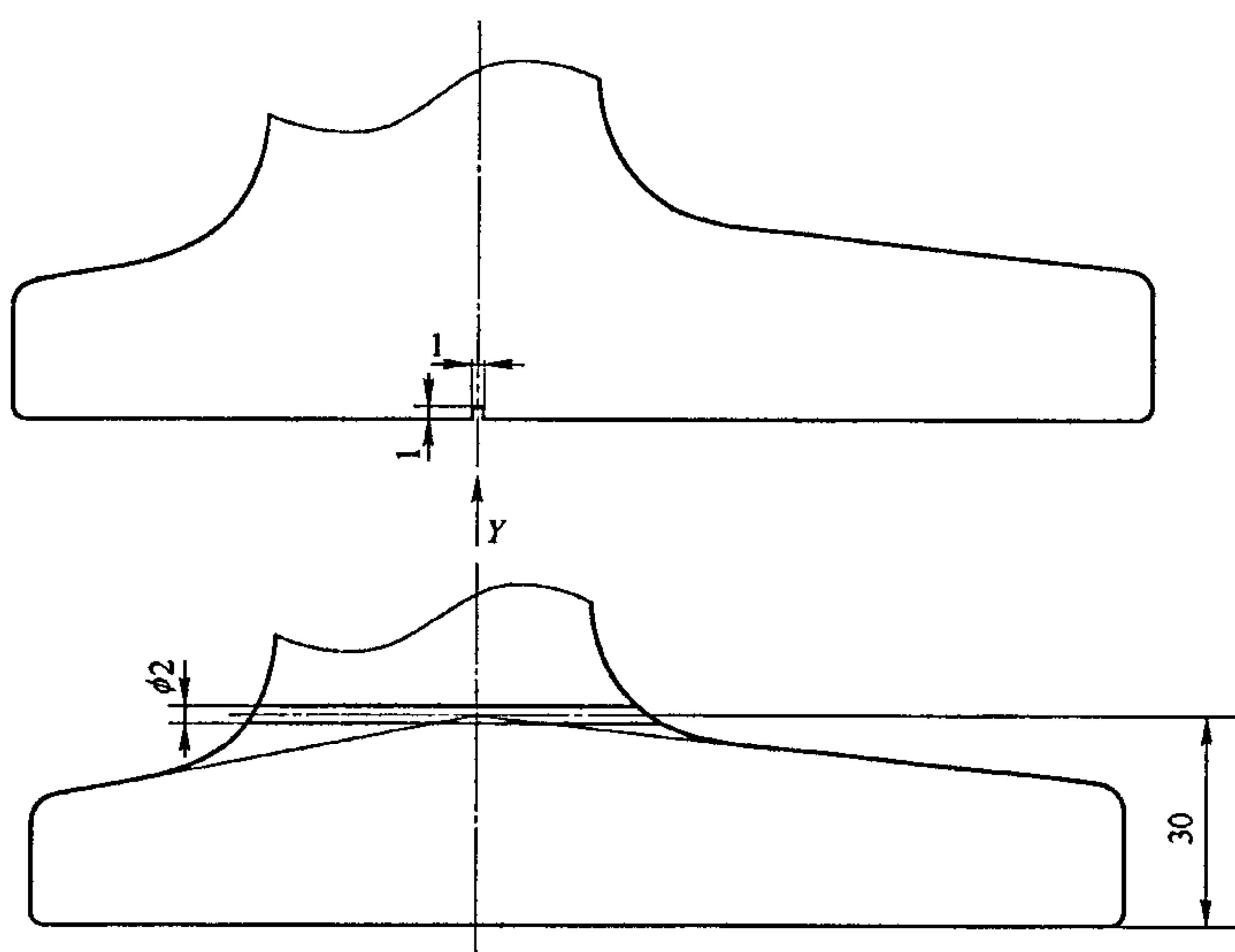
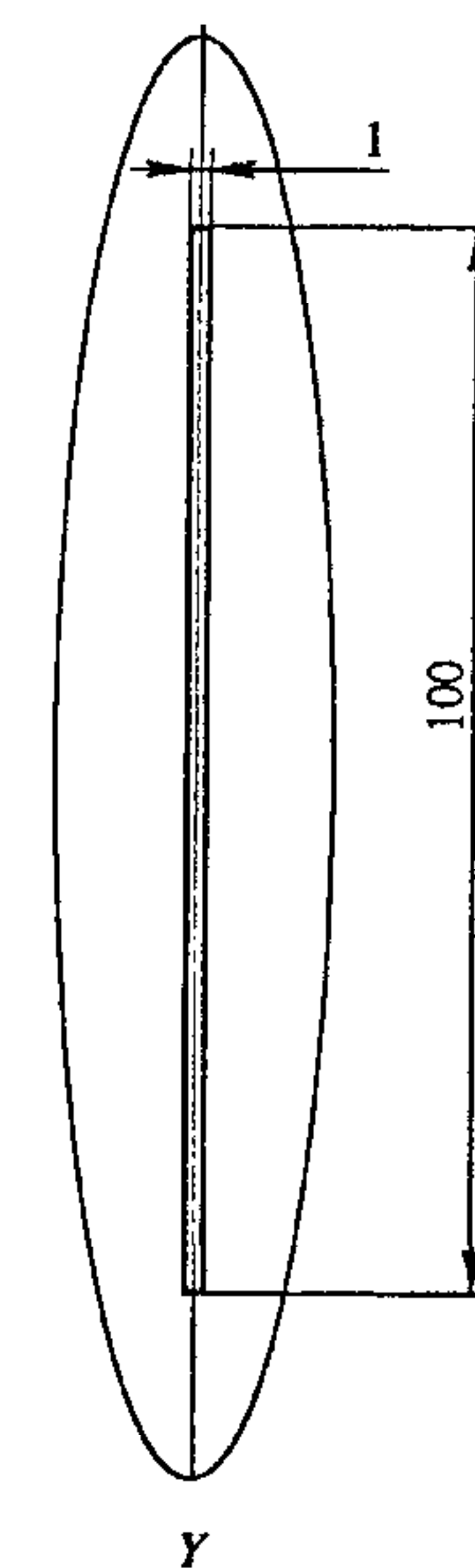
- 1) 直径 2mm 的孔钻至轨腰中心线；
- 2) 允许有与水平线成 $\pm 1^\circ$ 角的偏差。

图 5 非对称钢轨轨腰人工缺陷及位置

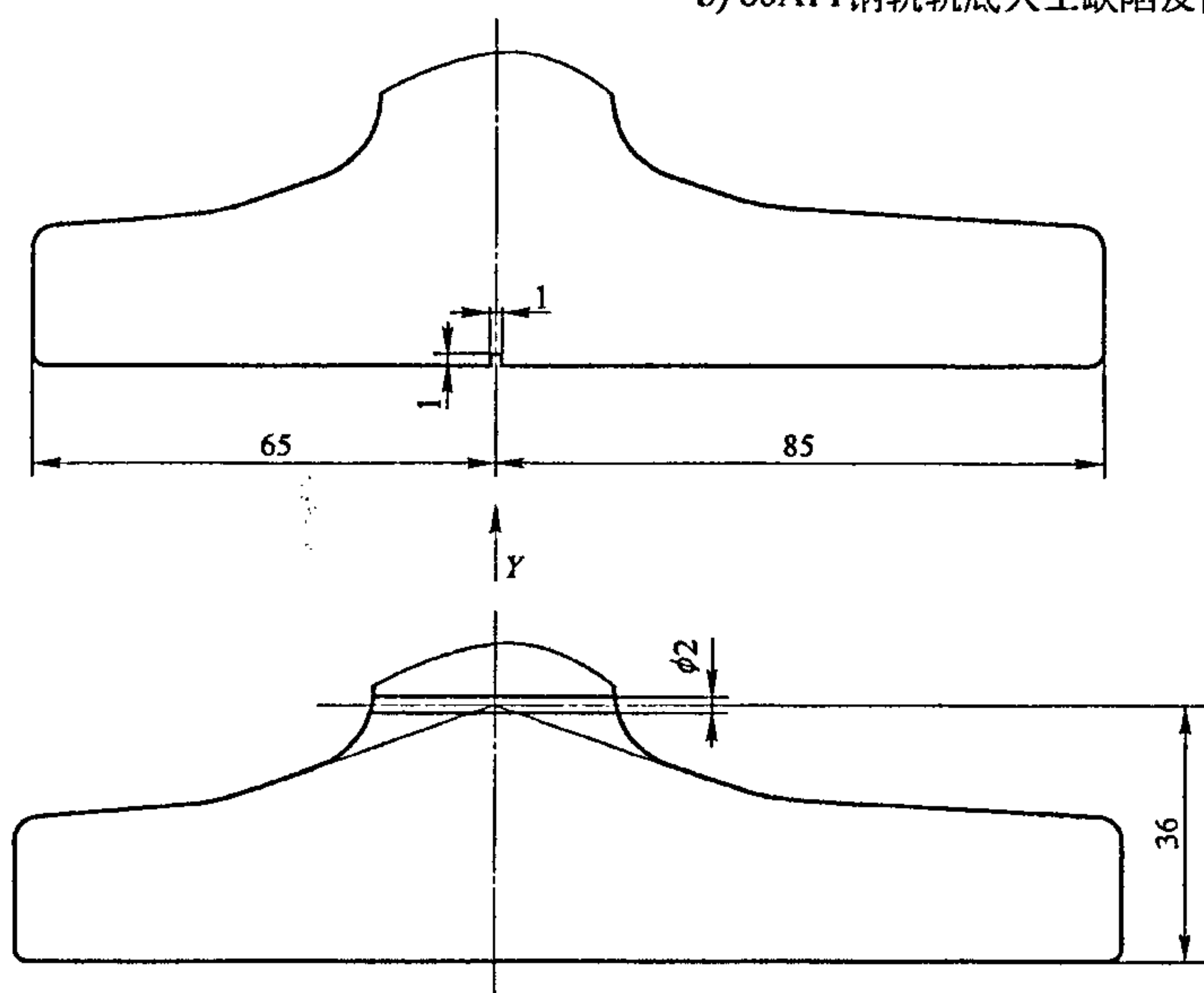
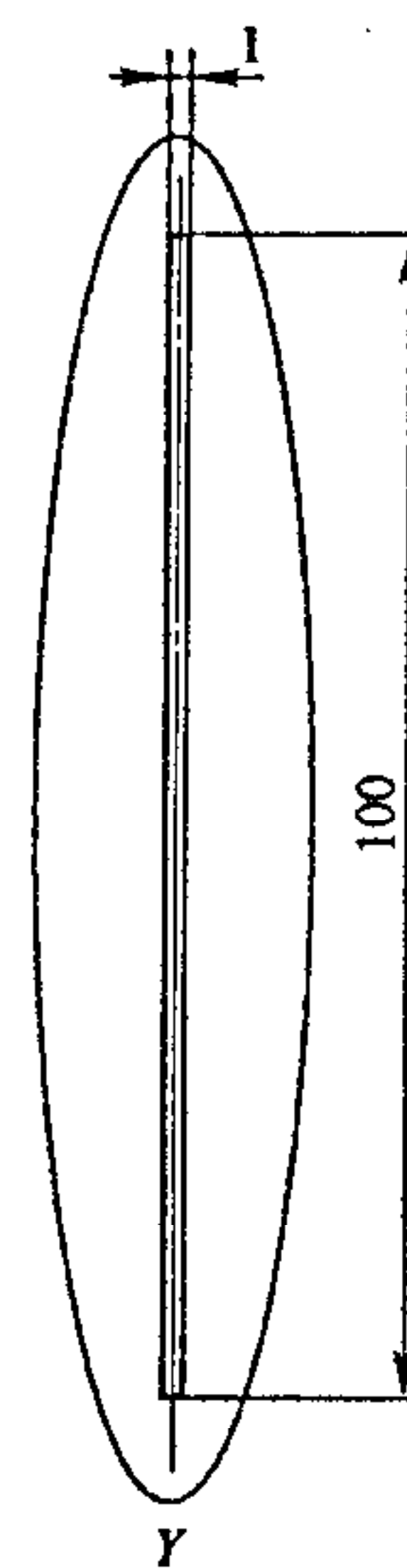
单位为毫米



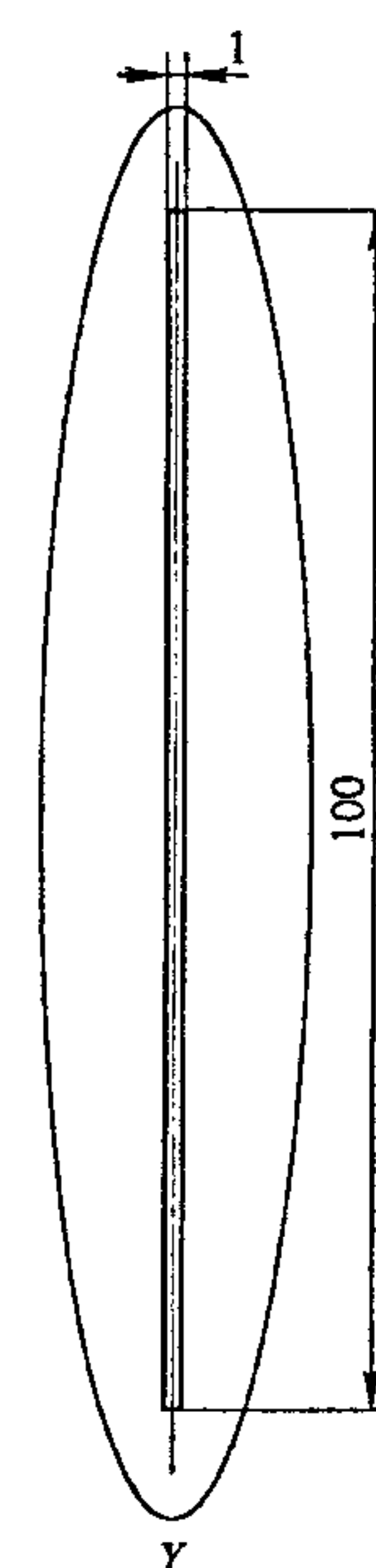
a) 50AT1钢轨轨底人工缺陷及位置

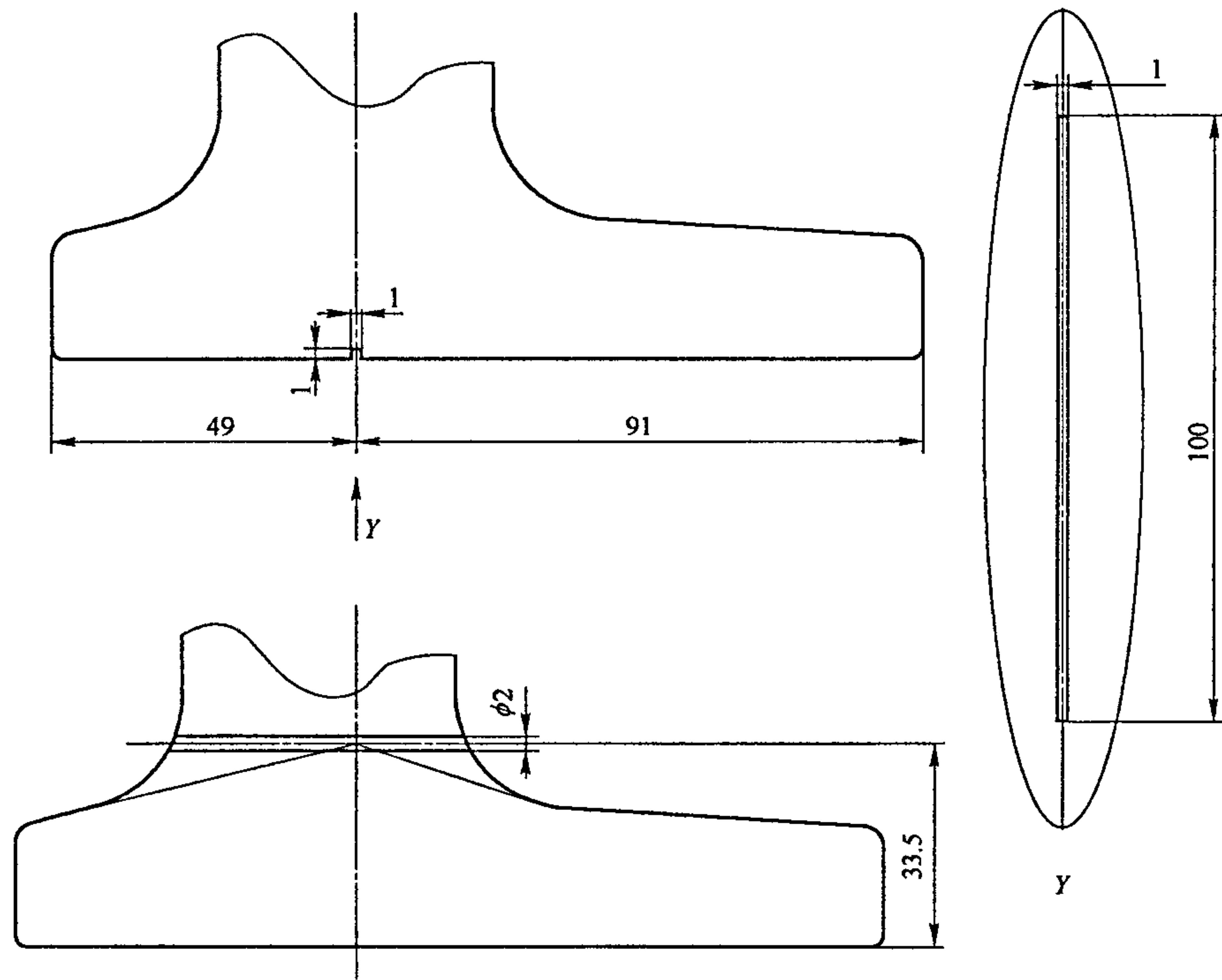


b) 60AT1钢轨轨底人工缺陷及位置

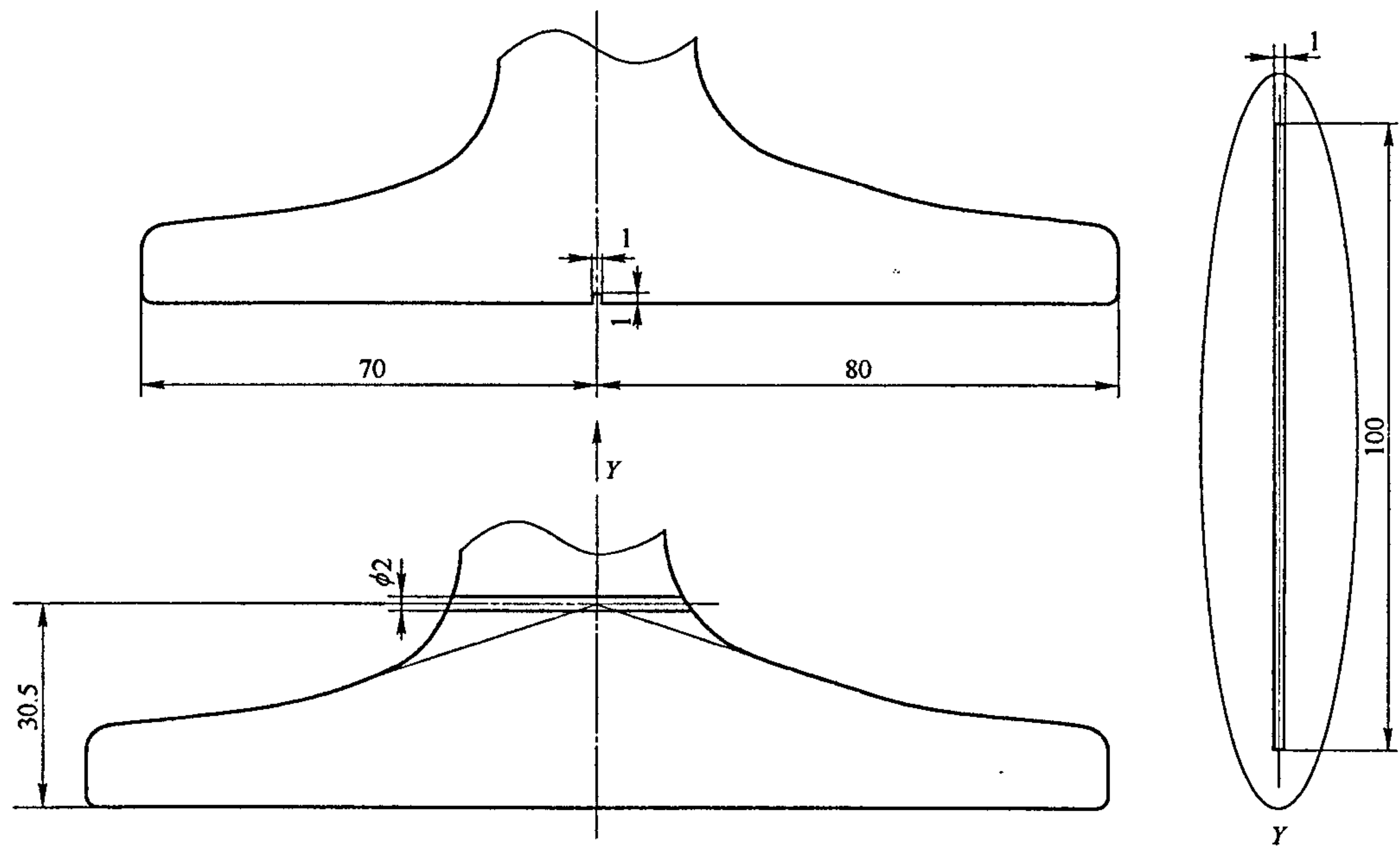


c) 60AT2钢轨轨底人工缺陷及位置





d) 60AT2钢轨轨底人工缺陷及位置



e) 60TY1钢轨轨底人工缺陷及位置

图6 非对称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 1dB。

8.1.2.2 除本标准规定外, 其他应符合 GB/T 11259 和 GB/T 23905 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 7 和表 1 的规定。

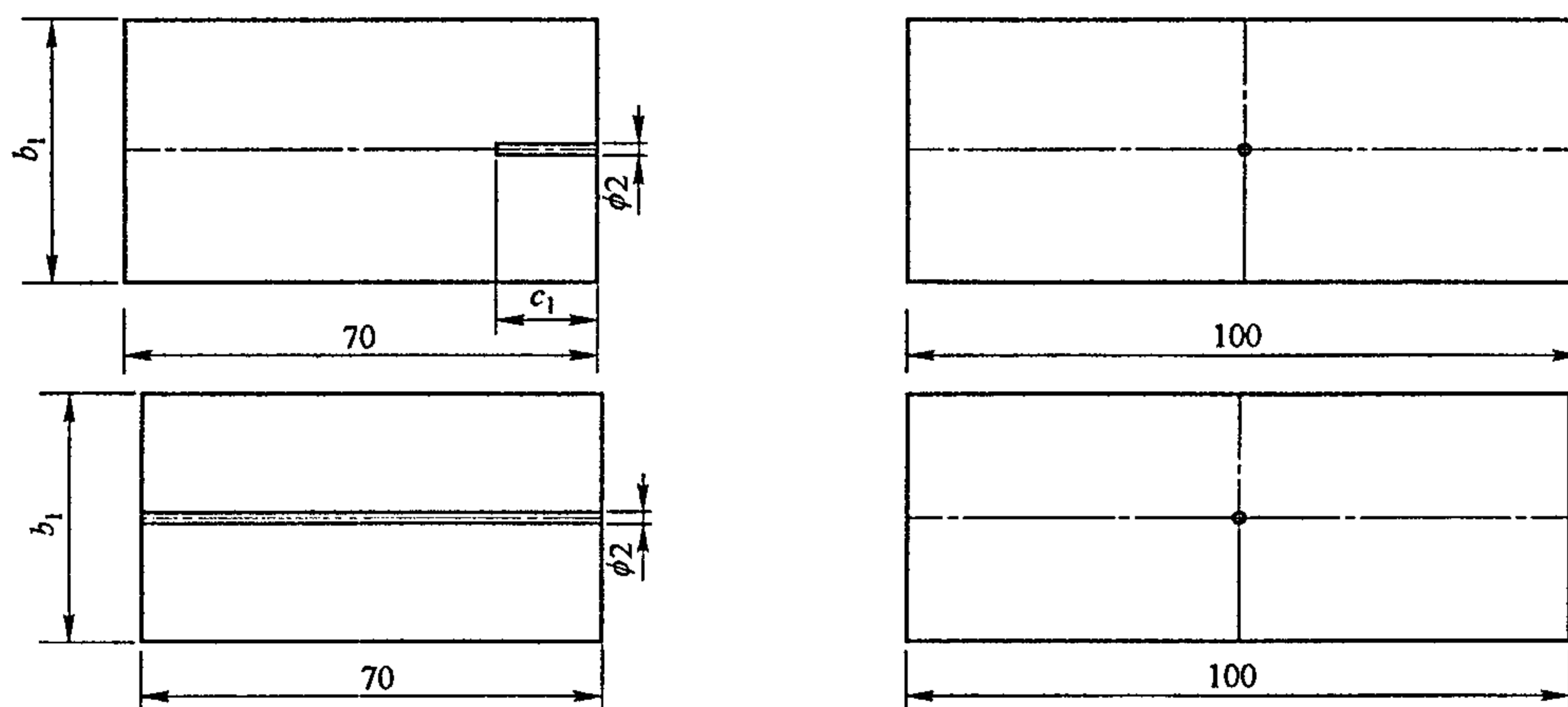


图 7 轨头专用对比试块尺寸

表 1 轨头专用对比试块尺寸

单位为毫米

尺寸	钢轨规格	
	37kg/m~43kg/m	50kg/m~75kg/m
b_1	30	40
c_1	15	15

8.1.3.2 轨腰专用对比试块尺寸应符合图 8 和表 2 的规定。

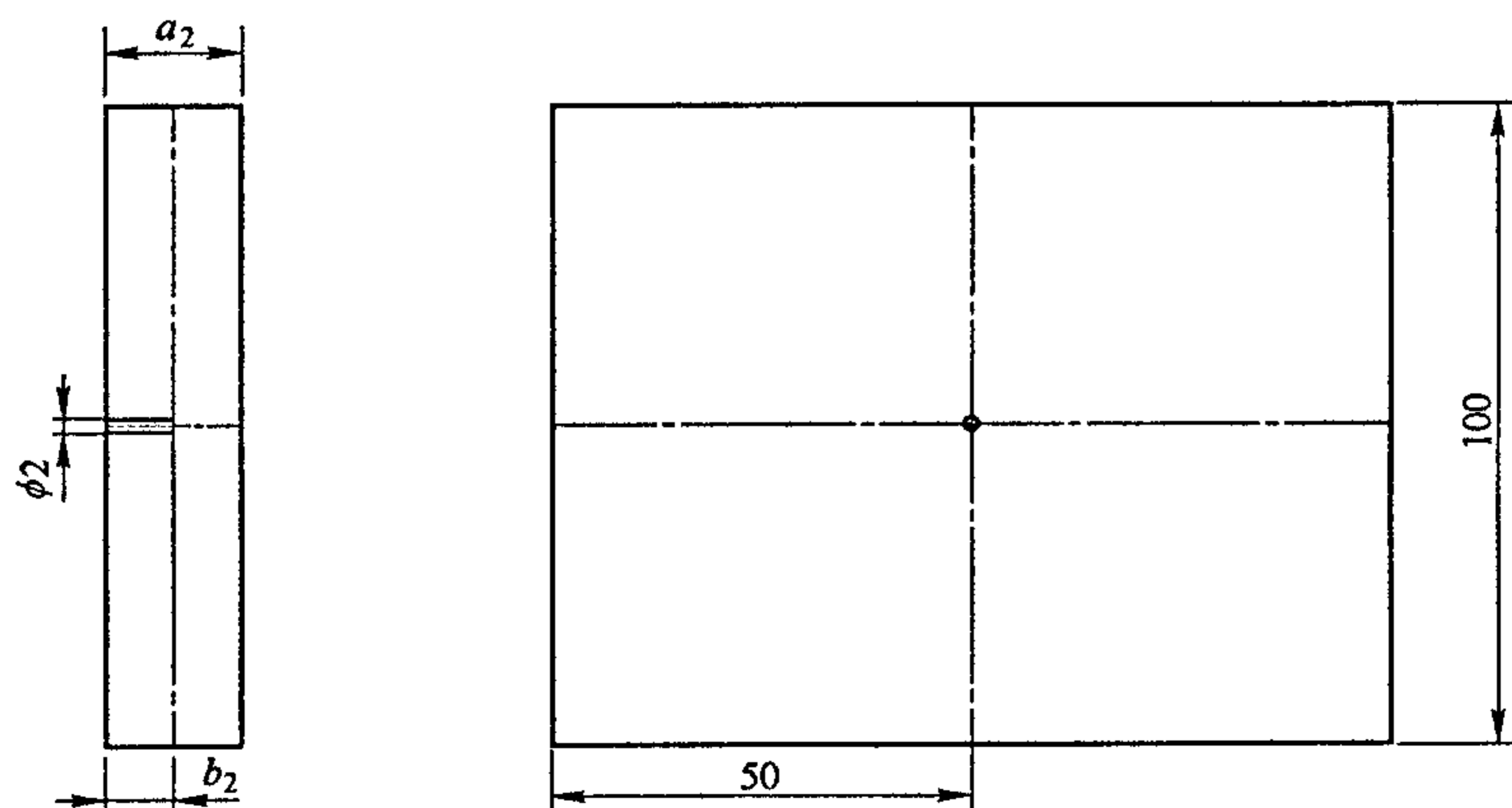


图 8 轨腰专用对比试块尺寸

表 2 轨腰专用对比试块尺寸

单位为毫米

尺寸	钢轨规格					
	37kg/m	38kg/m	43kg/m	50kg/m	60kg/m	75kg/m
a_2	13	13	14.4	15	16	20
b_2	6.5	6.5	7.2	7.5	8	10

8.1.3.3 轨底专用对比试块尺寸应符合图 9 和表 3 的规定。

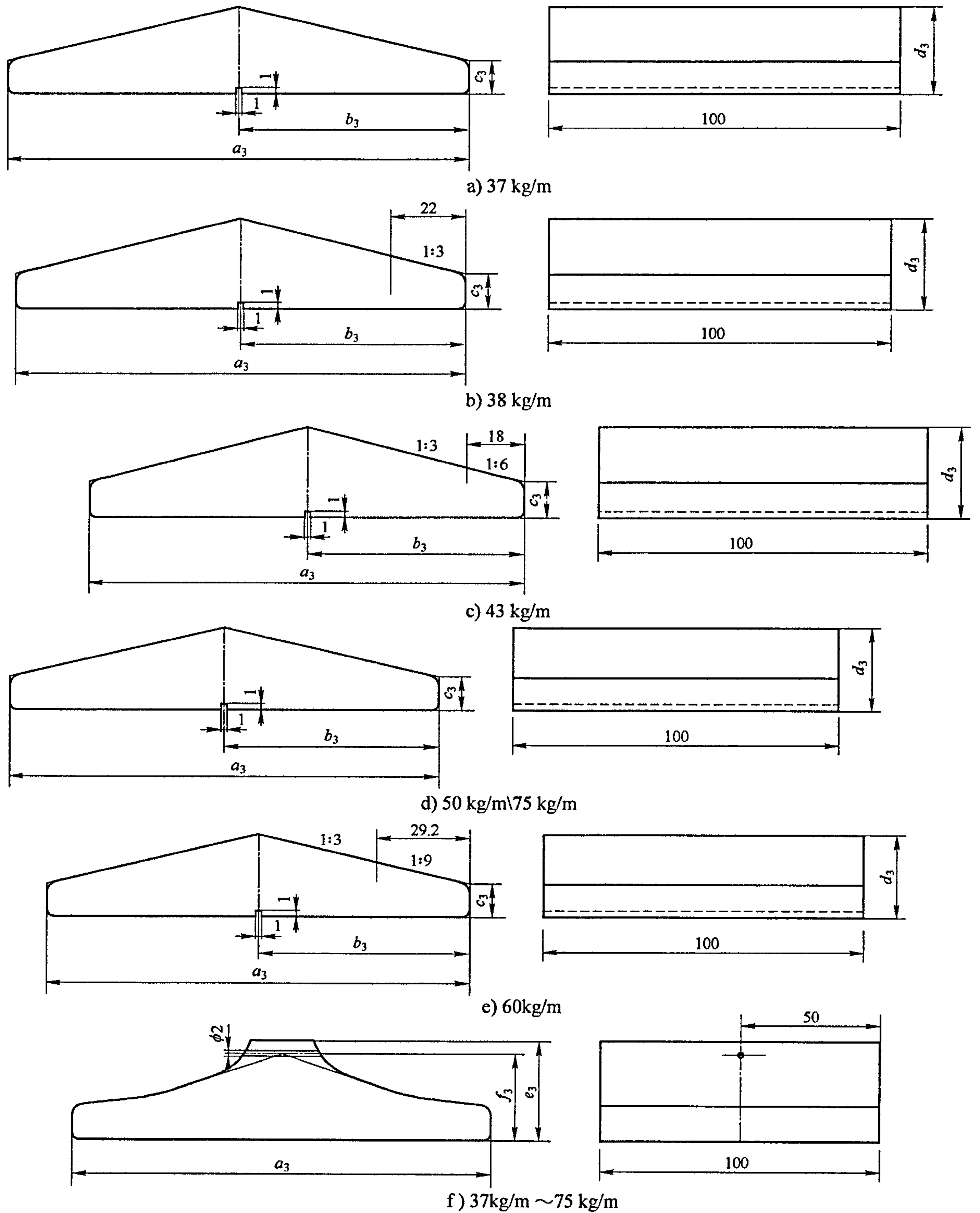


图 9 轨底专用对比试块尺寸

表3 轨底专用对比试块尺寸

单位为毫米

尺寸	钢轨规格					
	37kg/m	38kg/m	43kg/m	50kg/m	60kg/m	75kg/m
a_3	122	114	114	132	150	150
b_3	61	57	57	66	75	75
c_3	8	9	11	10	12	13
d_3	18	24	27	27	30	30
e_3	23	30	32	32	35	37
f_3	18	24	27	27	30	32

8.2 对比样块

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100mm,轨底长度不小于120mm。

8.2.1.2.2 对称断面钢轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸见图10、图11、图12和表4。

单位为毫米

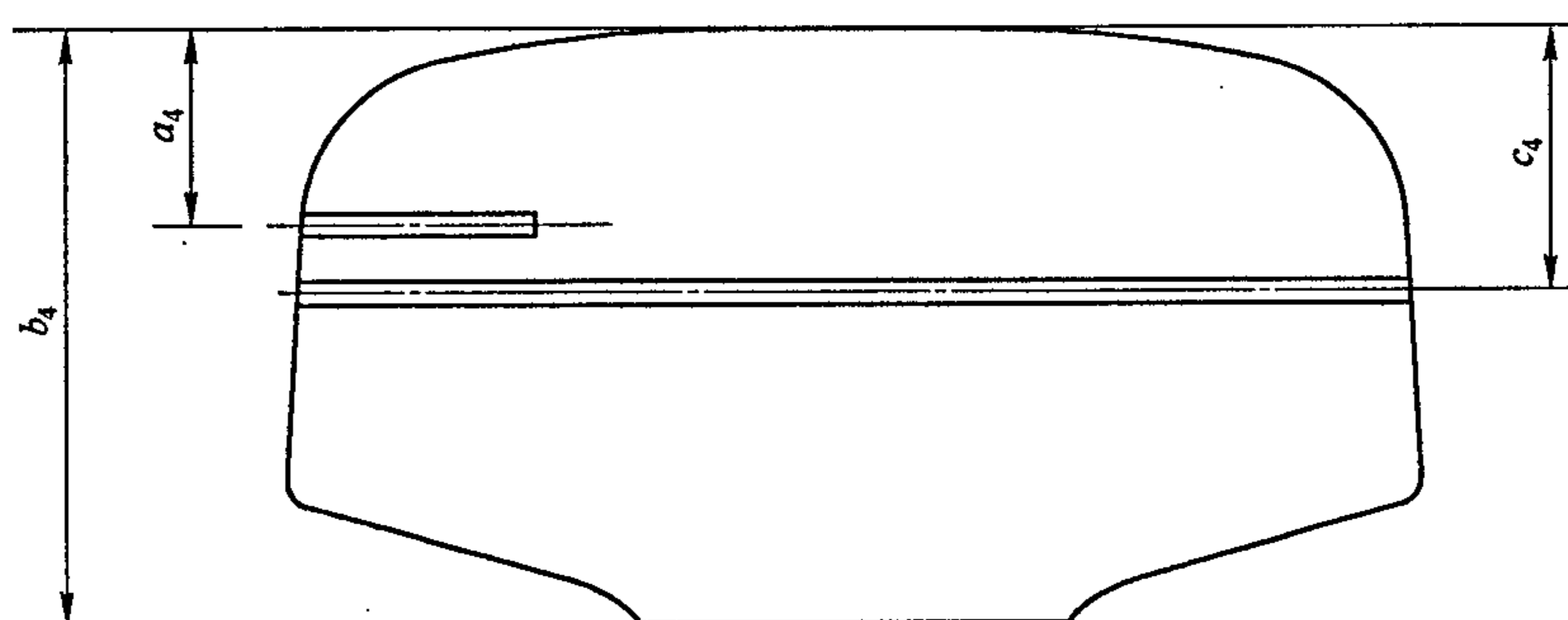


图10 对称钢轨轨头静态样块尺寸

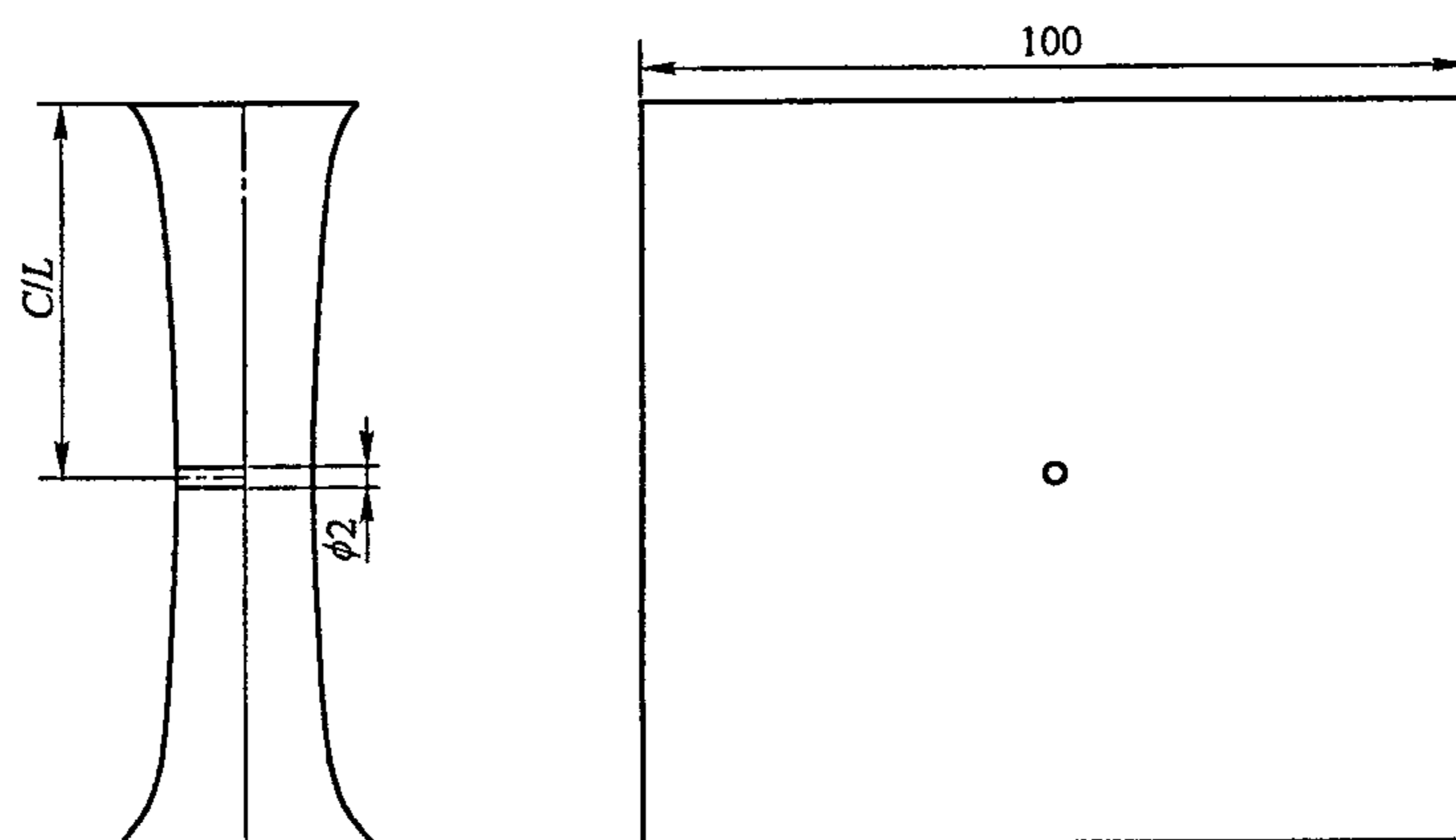


图11 对称钢轨轨腰静态样块尺寸

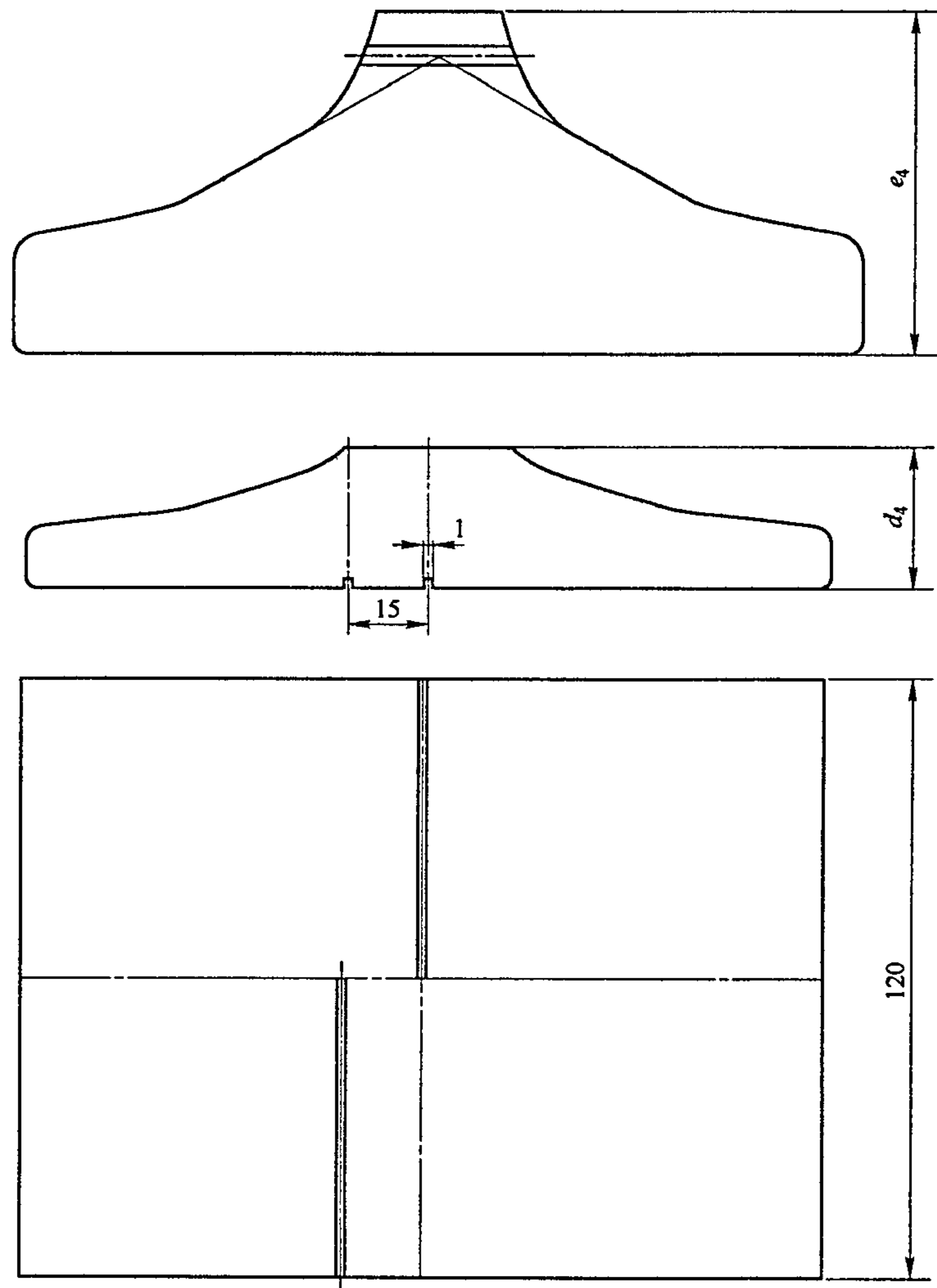


图 12 对称钢轨轨底静态样块尺寸

表 4 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					
		37kg/m	38kg/m	43kg/m	50kg/m	60kg/m	75kg/m
轨头样块	通孔直径	2	2	2	2	2	2
	c_4	20	20	20	20	20	20
	平底孔深度	15	15	15	15	15	15
	a_4	18	18	18	14/26	14/30	14/30
	b_4	34	34	35	38	39	51
轨腰样块	平底孔直径	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	9.0/8.5/8.5 /8.5/8.5/9.0	10.7/10.2/10 /10/10.2/10.7
	C/L	20/30/40 /50	20/30/40 /50	20/30/40 /50	17/27/37 /47/57/67	24/34/44 /54/64/74	27/37/47 /57/67/77

表 4(续)

样块种类	尺寸	钢轨规格						
		37kg/m	38kg/m	43kg/m	50kg/m	60kg/m	75kg/m	
轨底样块	通孔直径	2	2	2	2	2	2	
	d_4	18	24	27	27	30	32	
	e_4	23	29	32	32	38	38	
	矩形槽	宽	1					
		深	1					
	位置	轨底中心及距轨底中心 15mm 处						

8.2.1.2.3 非对称断面钢轨的轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸见图 13、图 14、图 15 和表 5。

单位为毫米

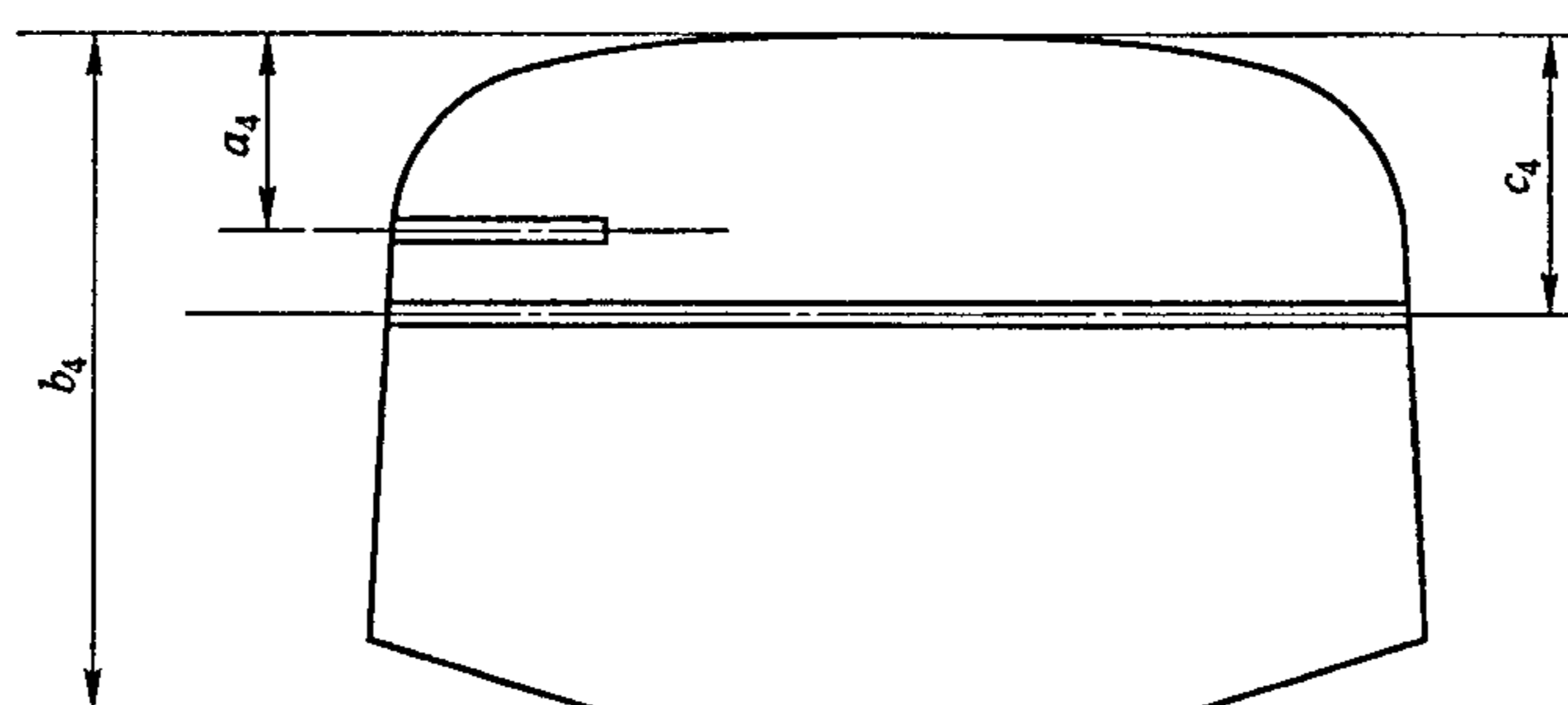


图 13 非对称钢轨轨头静态样块尺寸

单位为毫米

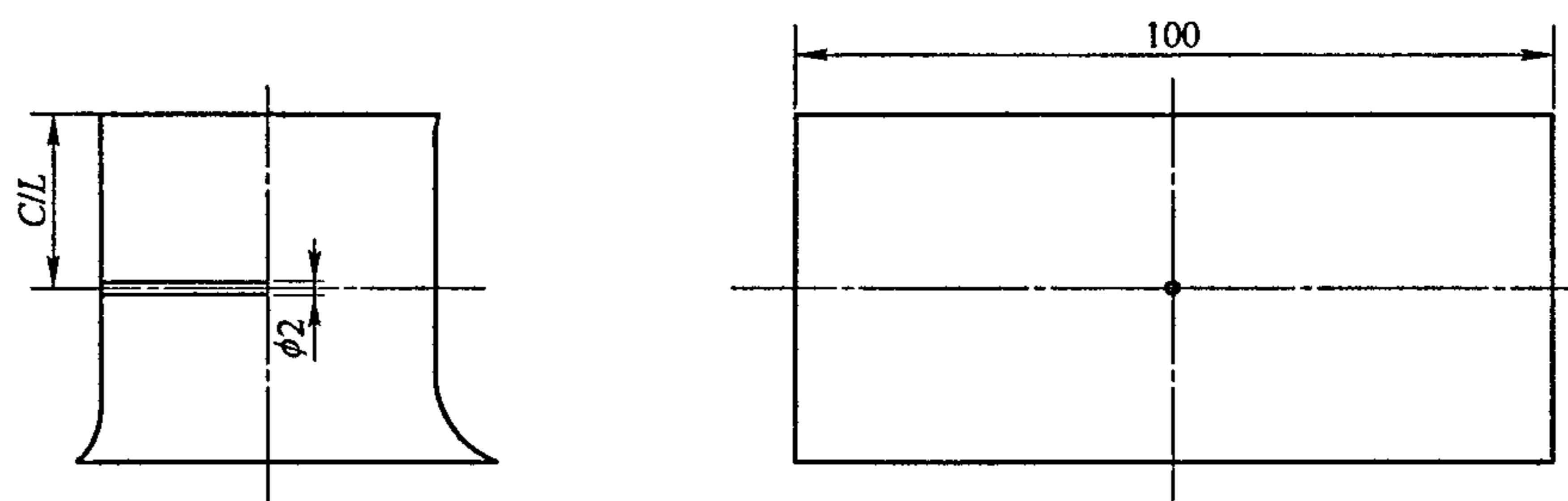


图 14 非对称钢轨轨腰静态样块尺寸

单位为毫米

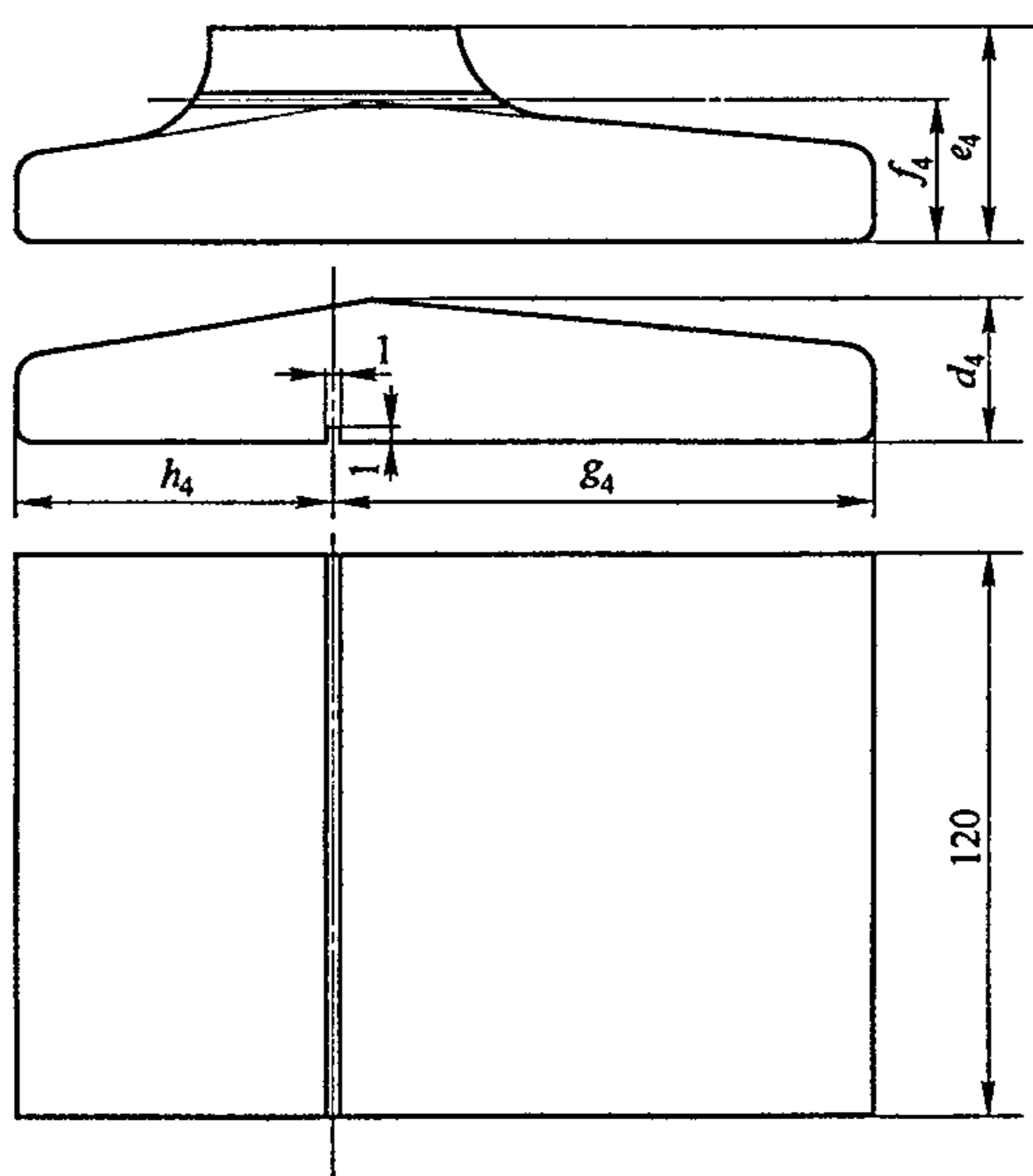


图 15 非对称钢轨轨底静态样块尺寸

表5 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_4	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
	C/L	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_4	30	30	36	33.5	30.5
	e_4	35	35	40	38	35
	f_4	30	30	36	33.5	30.5
	g_4	90	90	85	91	80
	h_4	55	62	65	49	70
	矩形槽	宽	1			
深		1				

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6m。

8.2.2.2.2 轨头、轨腰、轨底人工缺陷尺寸见图1~图6。

8.2.2.2.3 除本标准规定外,其他应符合GB/T 11259的要求。

8.2.2.2.4 每种断面钢轨应准备一支用于标定的动态样轨。

8.3 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。

8.4 试块的校正

专用对比试块的校正方法按GB/T 11259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和附录A的规定。

9.2 探头的参数及其布置应能满足第 7.3 条规定的灵敏度和探伤区域。

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 8h,报警闸门漂移不大于 1mm 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)。

11 信噪比

信噪比不小于 12dB。

12 稳定性

在同一探伤条件下,回波高度的变化量不得大于 3dB。

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: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:探伤灵敏度应比 13.2 规定的基准灵敏度至少高 4dB。

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 12dB 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:当出现缺陷反射波超过 13.4 条探伤灵敏度报警闸门时,应再提高灵敏度 2dB 重新进行超声波检测。当用提高后的灵敏度进行超声波检测而钢轨的缺陷信号仍超过阈值时,此段钢轨应报废或将有缺陷部分切除。

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 探伤灵敏度修改必须有记录。

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:在离上、下表面 10mm 处的回波高度与最大回波高度差应在 6dB 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,与声波分割面平行地移动探头,按 6dB 法测定波束宽度。

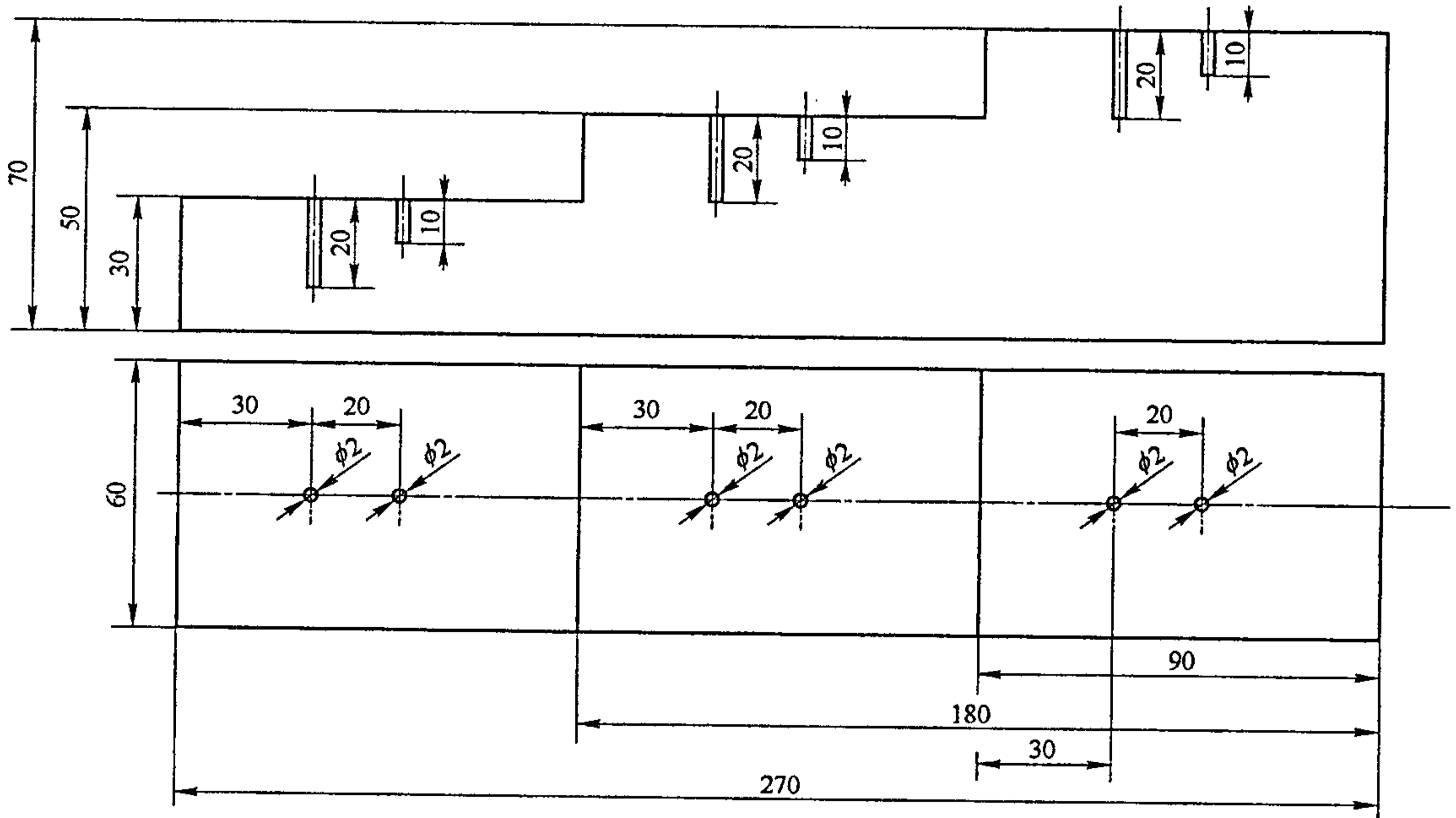


图 A.1 轨头超声波试块

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

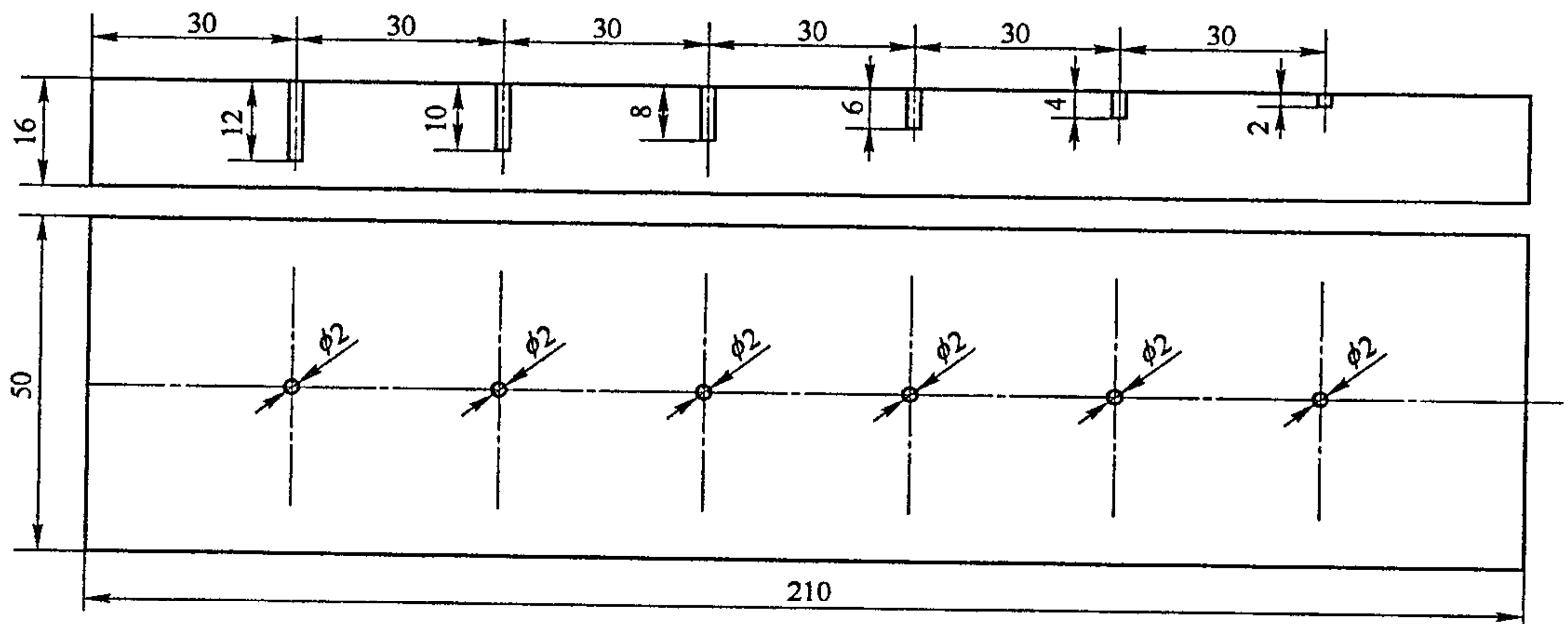


图 A.2 轨腰超声波试块

须满足下列条件:在离上、下表面 4mm 处的回波高度与最大回波高度差应在 3dB 范围内。

A.3 轨底探头

用图 A.3 试块测出中心处和左右 15mm 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 8dB 内。

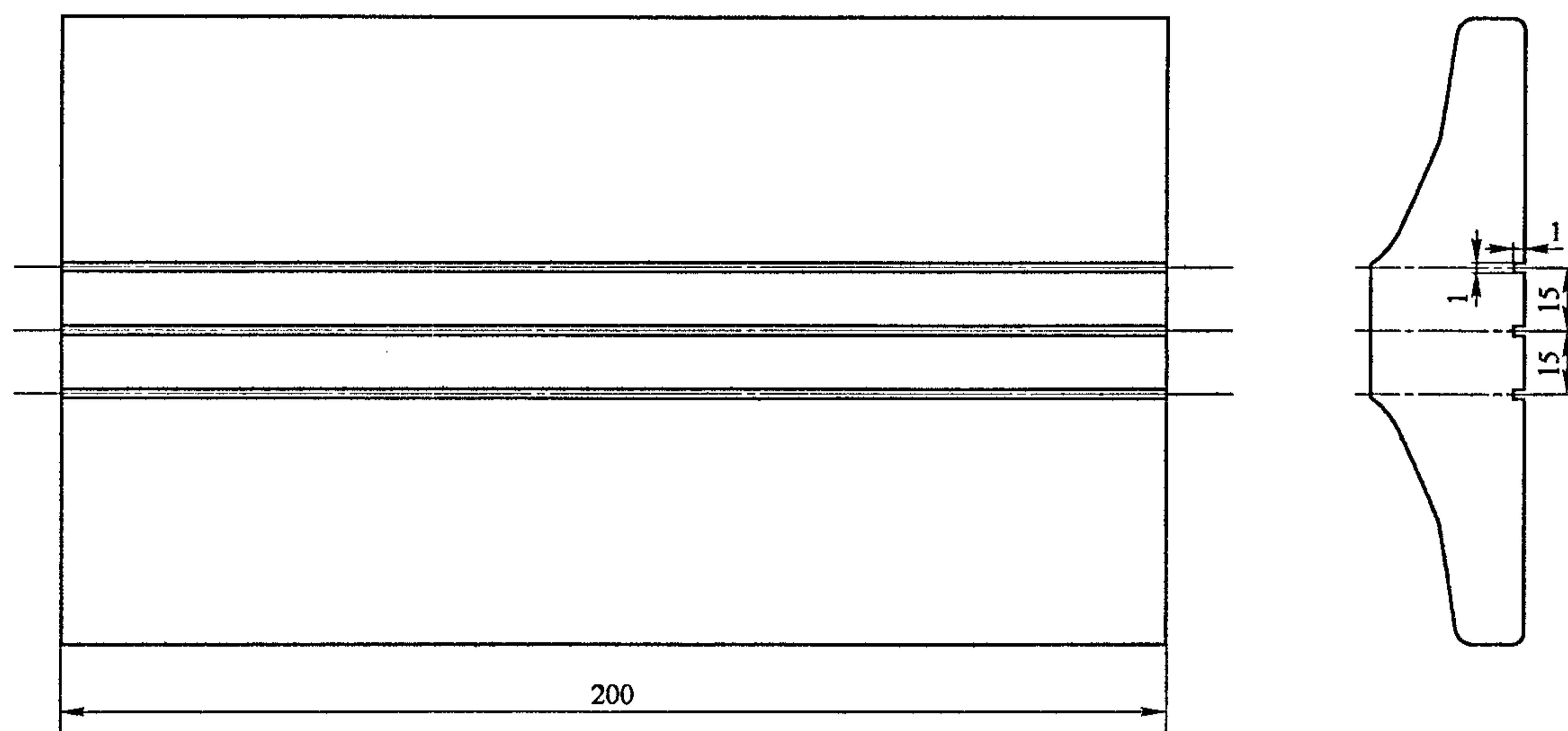


图 A.3 轨底超声波试块

中华人民共和国黑色冶金
行业标准
钢轨超声波探伤方法
YB/T 951—2014

*

冶金工业出版社出版发行
北京北河沿大街嵩祝院北巷39号
邮政编码:100009
北京七彩京通数码快印有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 39 千字
2014年9月第一版 2014年9月第一次印刷

*

统一书号:155024·0575