

JJG(铁道)

中华人民共和国铁道部部门计量检定规程

JJG(铁道) 201—2009

钢轨断面检测量具

Measuring Tools for Profile of Rail

2009-11-11 发布

2010-05-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

钢轨断面检测量具 检定规程

Verification Regulation of
Measuring Tools for Profile of Rail

JJG(铁道)201—2009

本规程经铁道部于 2009 年 11 月 11 日批准,并报国家质量监督检验检疫总局备案,自 2010 年 05 月 01 日起施行。

归口单位:铁路计量技术委员会

主要起草单位:铁道部标准计量研究所

乌鲁木齐铁路局质量技术监督所

参加起草单位:北京铁路局计量所

本规程技术条文由铁路计量技术委员会负责解释。

本规程主要起草人：

王彦春(铁道部标准计量研究所)

朱 梅(铁道部标准计量研究所)

张晓青(乌鲁木齐铁路局质量技术监督所)

李艳涛(铁道部标准计量研究所)

参加起草人：

冯 雍(北京铁路局计量所)

目 录

1 范 围	1
2 概 述	1
3 计量性能要求	1
3.1 工作面表面粗糙度	1
3.2 上下两平面的平行度	1
3.3 工作部位尺寸	1
4 通用技术要求	8
4.1 外 观	8
4.2 各部分相互作用	8
5 计量器具控制	8
5.1 检定条件	8
5.2 检定项目和检定器具	8
5.3 检定方法	8
5.4 检定结果的处理	10
5.5 检定周期	10
附录 A 钢轨断面检测量具检定结果的测量不确定度评定	11

钢轨断面检测量具检定规程

1 范 围

本规程适用于 43 kg/m、50 kg/m、60 kg/m、75 kg/m 钢轨断面检测量具(以下简称“钢轨量具”)的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 概 述

钢轨量具用于测量和控制钢轨断面的钢轨外形高度、轨头宽度、轨腰厚度、轨底宽度、轨底边缘厚度、钢轨断面对称度、接头夹板安装面高度、螺栓孔直径、螺栓孔的水平位置和垂直位置等主要尺寸及有关轮廓位置。钢轨量具共 9 种(见表 1),其结构形状见图 1~图 9。

表 1 钢轨断面检测量具明细表

序号	量 具 名 称	备 注	序号	量 具 名 称	备 注
1	钢轨高度卡规	图 1	6	接头夹板安装面高度量规	图 6
2	轨头宽度和轨腰厚度卡规	图 2	7	螺栓孔直径塞规	图 7
3	轨底宽度卡规	图 3	8	螺栓孔水平位置量规	图 8
4	轨底边缘厚度卡规	图 4	9	螺栓孔垂直位置量规	图 9
5	钢轨断面对称度量规	图 5			

3 计量性能要求

3.1 工作面表面粗糙度

工作面的表面粗糙度为 MRR R_a 1.6。

3.2 上下两平面的平行度

上下两平面的平行度公差为 0.30 mm。

3.3 工作部位尺寸

3.3.1 钢轨高度卡规

钢轨高度卡规用于钢轨高度的检查,其结构见图 1。

钢轨高度卡规工作尺寸见表 2。

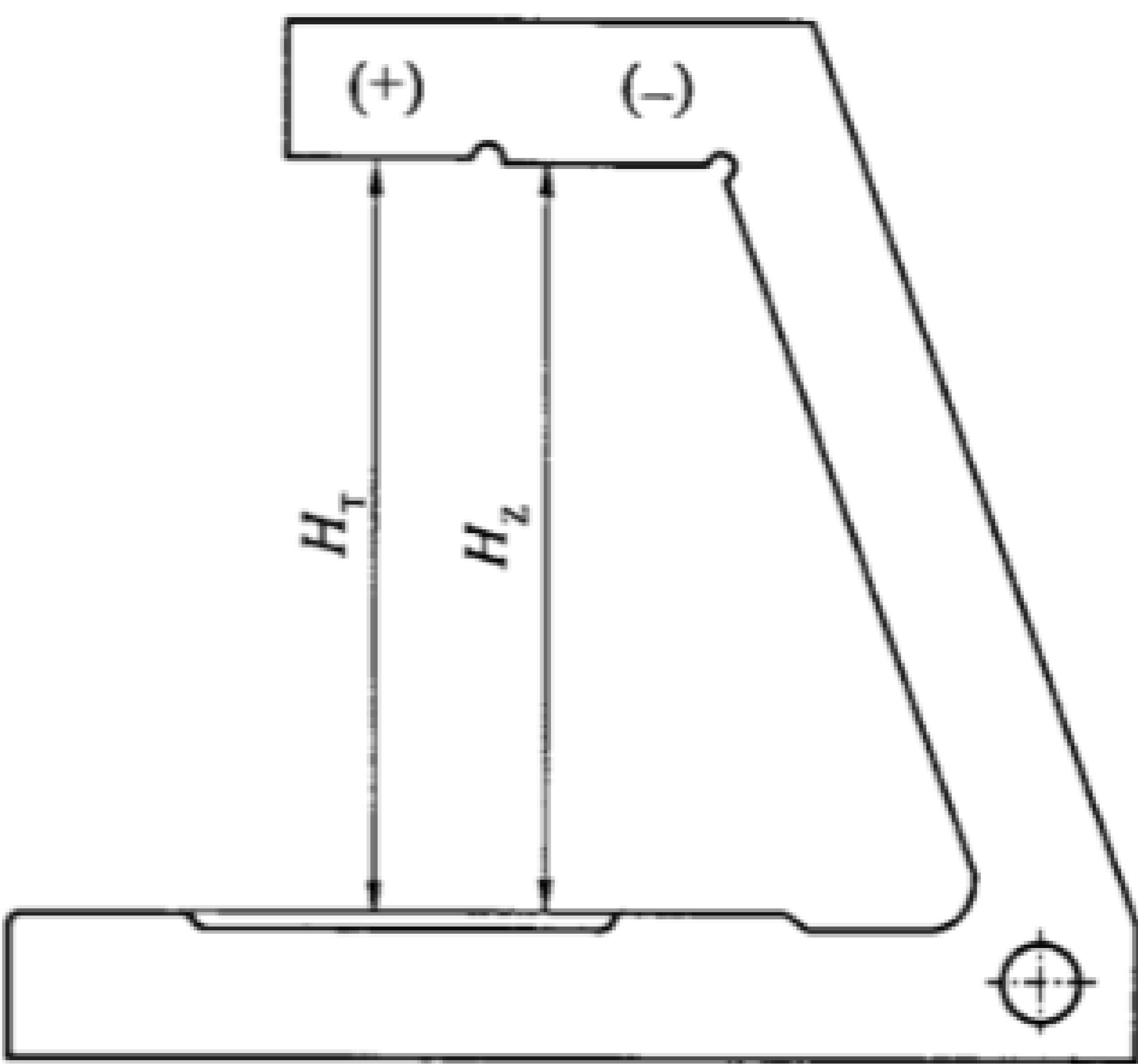


图 1 钢轨高度卡规

表 2 钢轨高度卡规工作尺寸 mm

检 定 类 别		基 本 尺 寸				允许偏差
		43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨	
首次检定	H_T	140.8	152.6	176.6	192.6	-0.04 -0.12
	H_z	139.2	151.4	175.4	191.4	±0.04
后续检定	H_T	140.8	152.6	176.6	192.6	0 -0.12
	H_z	139.2	151.4	175.4	191.4	±0.04

注:用于检测客运专线 60AT 钢轨高度卡规基本尺寸, $H_T=176.5$, $H_z=175.5$ 。

3.3.2 轨头宽度和轨腰厚度卡规

轨头宽度和轨腰厚度卡规用于钢轨头部宽度和钢轨腰部厚度的检查,其结构见图 2。

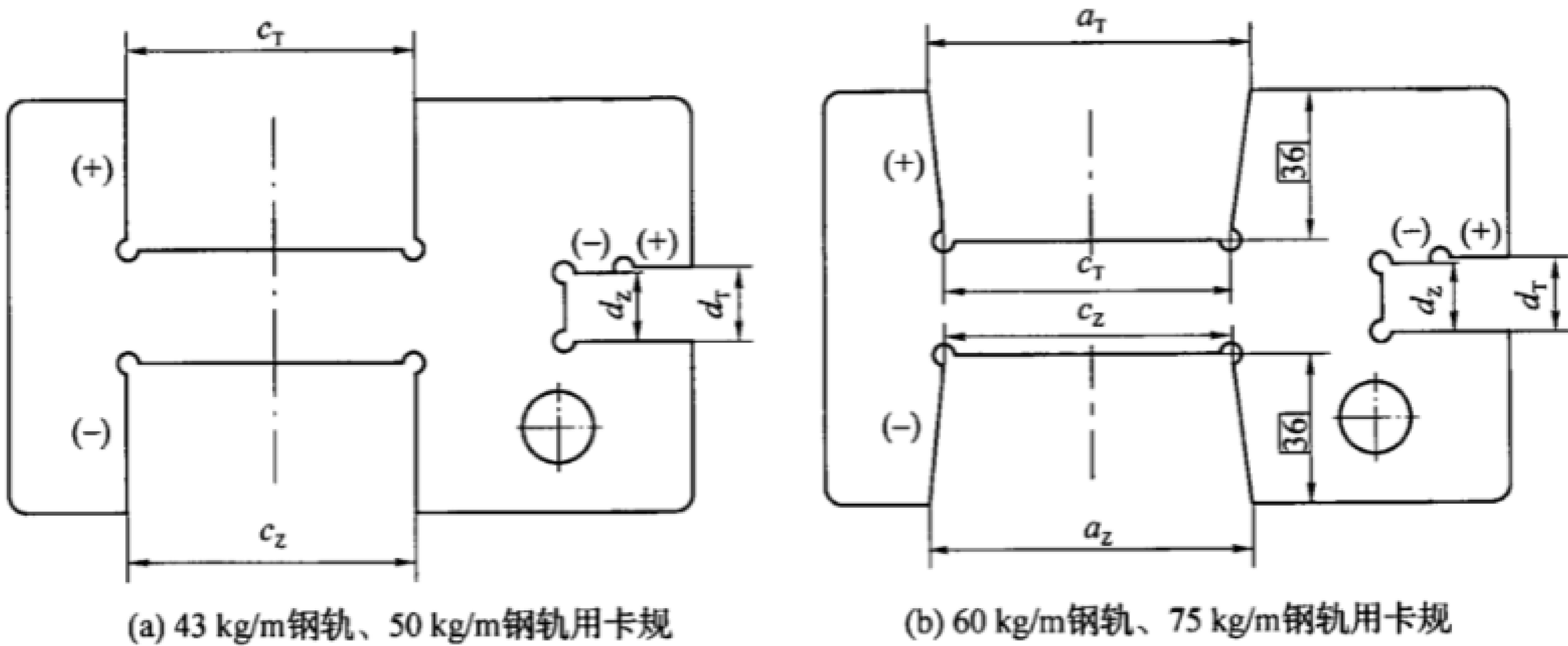


图 2 轨头宽度和轨腰厚度卡规

轨头宽度卡规工作尺寸见表 3。

表 3 轨头宽度卡规工作尺寸 mm

检 定 类 别		基 本 尺 寸				允许偏差
		43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨	
首次检定	a_T	—		73.48	74.54	-0.04 -0.12
	c_T	70.5		69.88	70.94	
	a_z	—		72.48	74.54	±0.04
	c_z	69.5		68.88	69.94	
后续检定	a_T	—		73.48	74.54	0 -0.12
	c_T	70.5		69.88	70.94	
	a_z	—		72.48	74.54	±0.04
	c_z	69.5		68.88	69.94	

轨腰厚度卡规工作尺寸见表4。

表4 轨腰厚度卡规工作尺寸 mm

检 定 类 别		基 本 尺 寸				允许偏差
		43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨	
首次检定	d_T	15.5	16.5	17.5	21	-0.04 -0.12
	d_z	14	15	16	19.5	±0.04
后续检定	d_T	15.5	16.5	17.5	21	0 -0.12
	d_z	14	15	16	19.5	±0.04

注:用于检测客运专线60AT钢轨轨腰厚度卡规基本尺寸, $d_T=17.2$, $d_z=15.8$ 。

3.3.3 轨底宽度卡规

轨底宽度卡规用于钢轨轨底宽度的检查,其结构见图3。

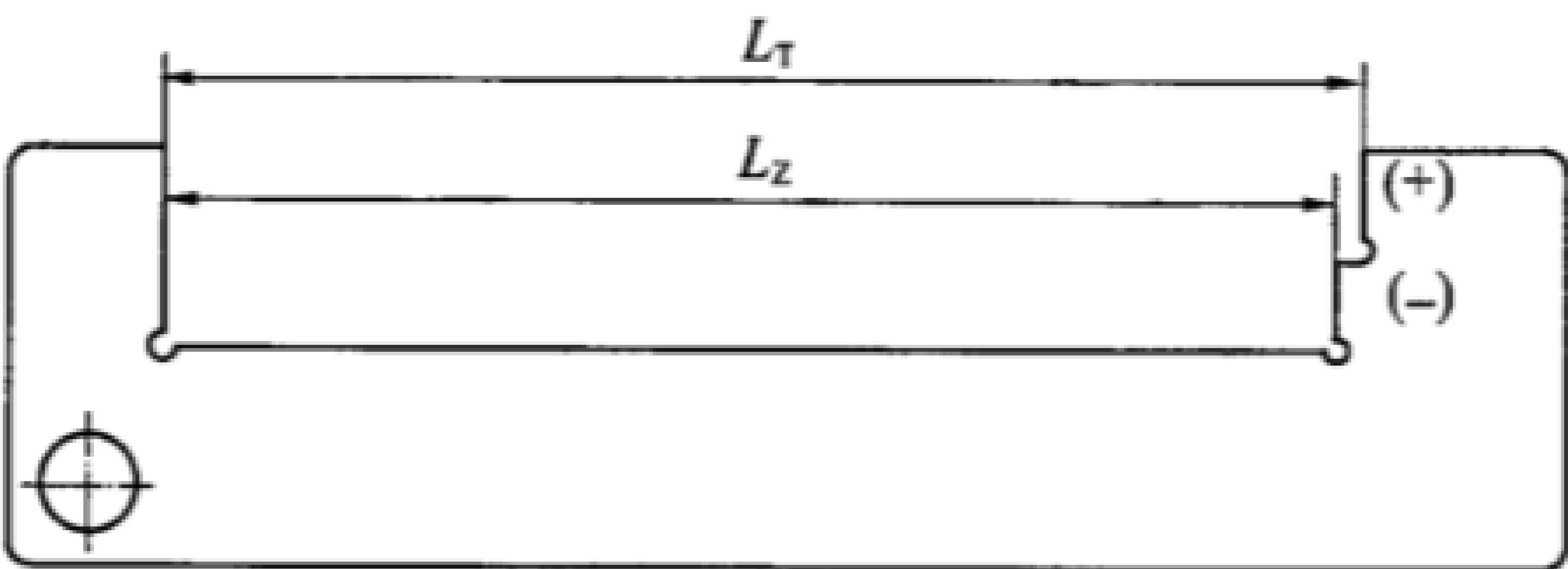


图3 轨底宽度卡规

轨底宽度卡规工作尺寸见表5。

表5 轨底宽度卡规工作尺寸 mm

检 定 类 别		基 本 尺 寸				允许偏差
		43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨	
首次检定	L_T	115	133	151		-0.04 -0.12
	L_z	112	130.5	148.5		±0.04
后续检定	L_T	115	133	151		0 -0.12
	L_z	112	130.5	148.5		±0.04

注:用于检测客运专线的60 kg/m 轨、60 AT 轨的轨底宽度卡规基本尺寸, $L_T=151$, $L_z=149$ 。

3.3.4 轨底边缘厚度卡规

轨底边缘厚度卡规用于轨底边缘厚度的检查,其结构见图4。

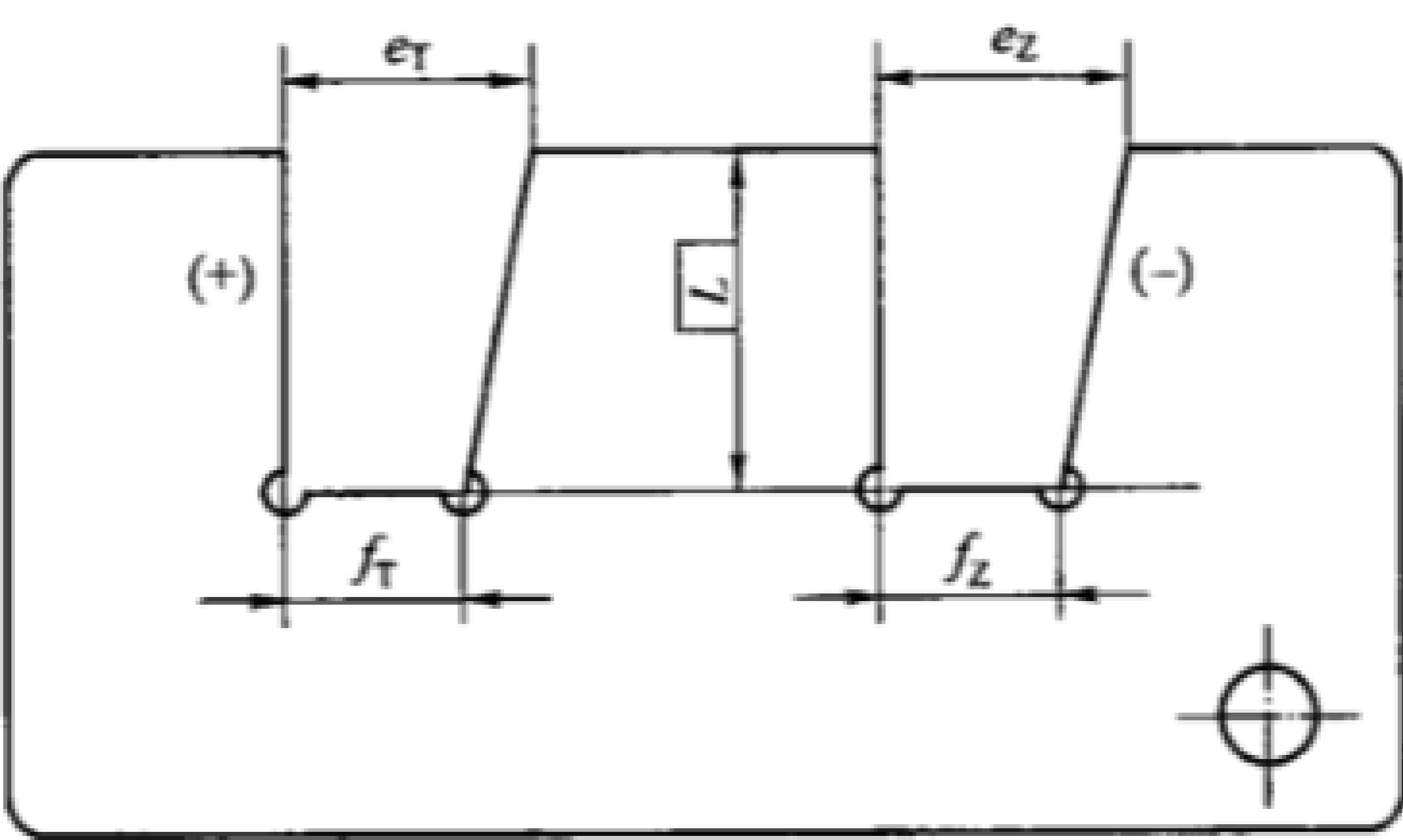


图4 轨底边缘厚度卡规

轨底边缘厚度卡规工作尺寸见表6。

表6 轨底边缘厚度卡规工作尺寸 mm

被检部位	基 本 尺 寸				允许偏差	备 注
	43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨		
e_T	—	16.25	15.25	19.25	± 0.04	—
e_Z		15	14	18		
f_T		11.25	12.75	14.25		
f_Z		10	11.5	13		
L		20	22.5	20	—	理论正确尺寸

3.3.5 钢轨断面对称度量规

钢轨断面对称度量规用于钢轨断面对称度的检查,其结构见图5。

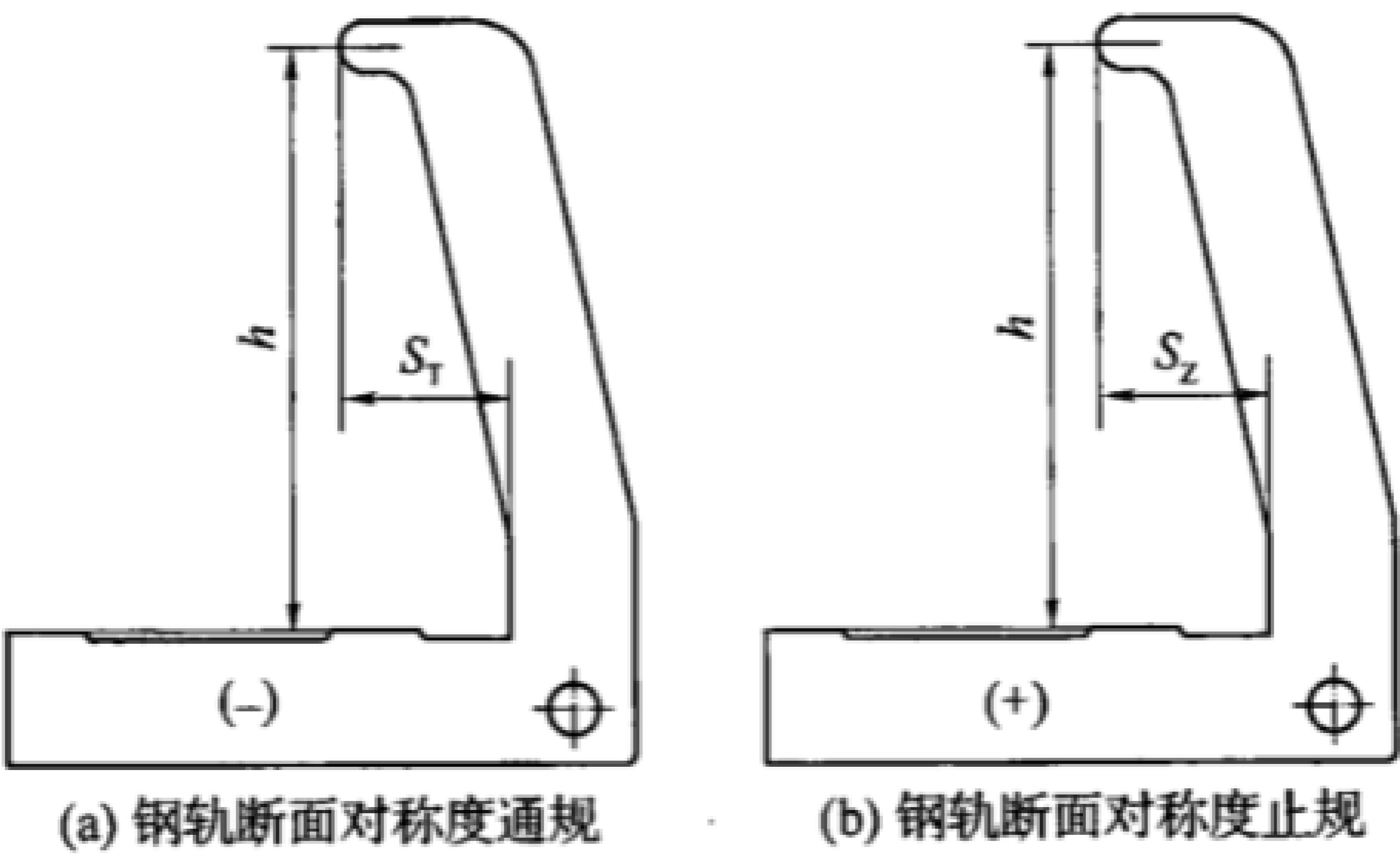


图5 钢轨断面对称度量规

钢轨断面对称度量规工作尺寸见表7。

表 7 钢轨断面对称度量规工作尺寸

mm

检 定 类 别		基 本 尺 寸				允许偏差
		43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨	
首次检定	S_T	20.5	29.8	38.4	37.8	+0.12 +0.04
	S_Z	23.5	32.2	40.8	40.2	-0.04 -0.12
后续检定	S_T	20.5	29.8	38.4	37.8	+0.12 0
	S_Z	23.5	32.2	40.8	40.2	0 -0.12
h		126	138	161.8	176.4	±0.04

3.3.6 接头夹板安装面高度量规

接头夹板安装面高度量规用于钢轨接头夹板安装高度 H_f 的检查,其结构见图 6。

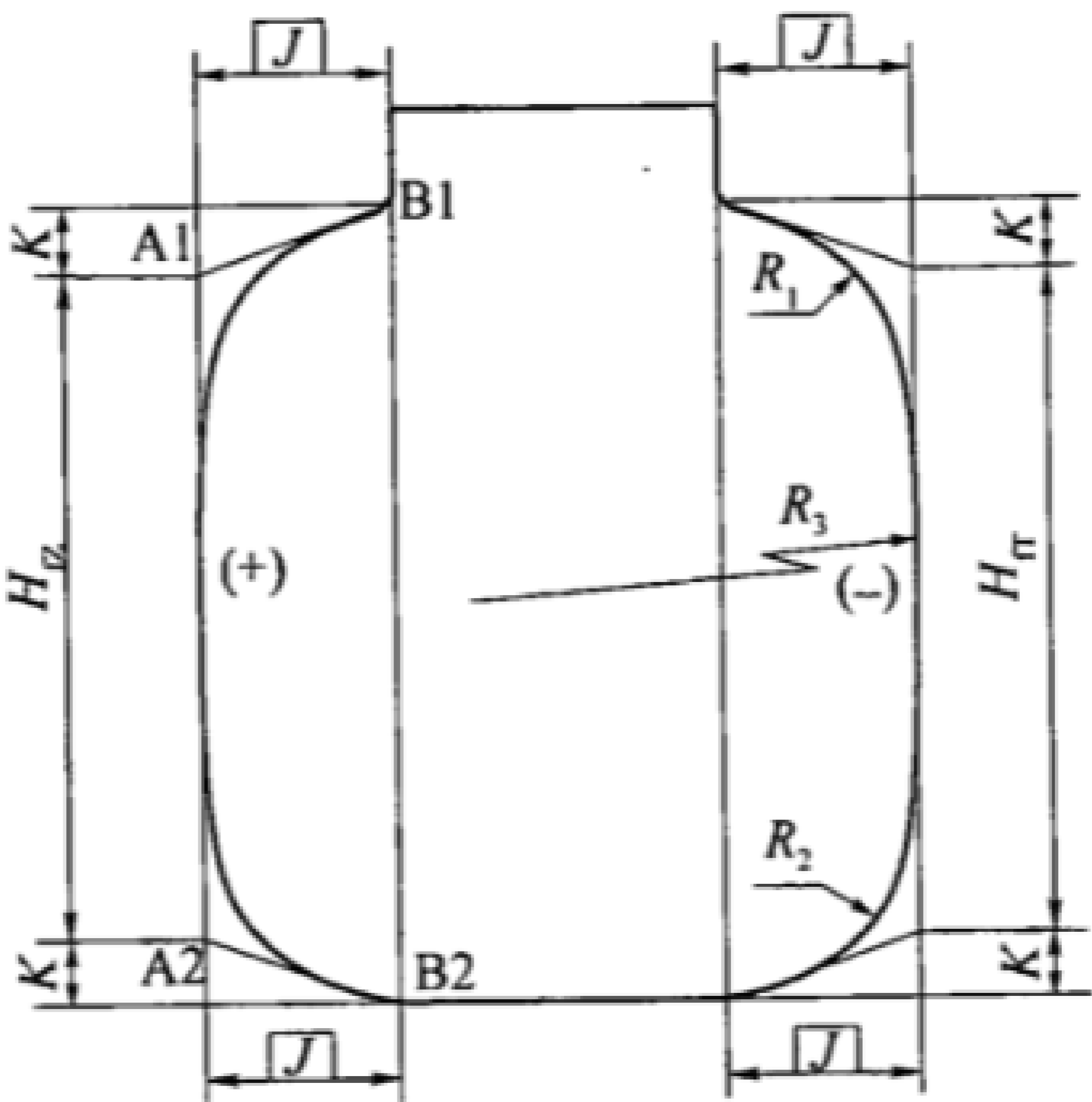


图 6 接头夹板安装面高度量规

接头夹板安装面高度量规工作尺寸见表 8。

表 8 接头夹板安装面高度量规工作尺寸

mm

被检 部位	基 本 尺 寸				允许偏差	备 注
	43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨		
H_T	75.07	86.25	101.83	108.78	±0.08	—
H_Z	76.77	87.72	103.43	110.25	±0.08	—
J	30	32	30	32	—	理论正确尺寸
K	10	8	10	8	±0.15	—
R_1	14	16	29	21	0 ~ +3	仅首次检定
R_2	19	24	24	29	0 ~ +3	
R_3	340	340	390	440	0 ~ -10	

3.3.7 螺栓孔直径塞规

螺栓孔直径塞规用于螺栓孔直径的检查,其结构示意图 7。

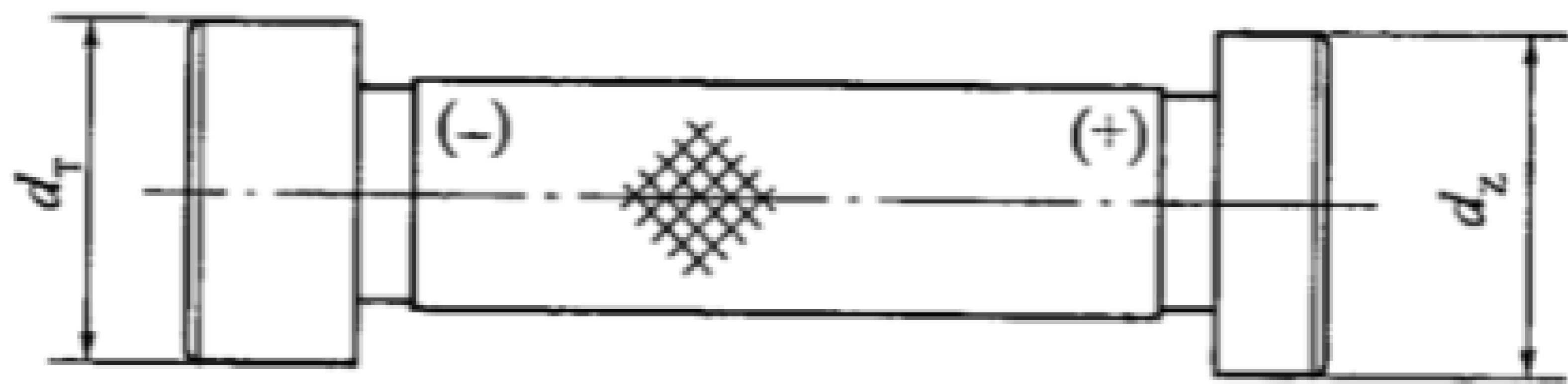


图 7 螺栓孔直径塞规

螺栓孔直径塞规工作尺寸见表 9。

表 9 螺栓孔直径塞规工作尺寸					mm	
检 定 类 别		基 本 尺 寸				允许偏差
		43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨	
首次检定	d_T	$\phi 28.20$	$\phi 30.20$			$+0.12$ $+0.04$
	d_z	$\phi 29.80$	$\phi 31.80$			± 0.04
后续检定	d_T	$\phi 28.20$	$\phi 30.20$			$+0.12$ 0
	d_z	$\phi 29.80$	$\phi 31.80$			± 0.04
注:用于检测客运专线的 60 kg/m 轨的螺栓孔塞规基本尺寸 $d_T = \phi 30.30, d_z = \phi 31.70$ 。						

3.3.8 螺栓孔水平位置量规

螺栓孔水平位置量规用于螺栓孔中心距 L_1 、 L_2 、 L_3 的检查,其结构见图 8。

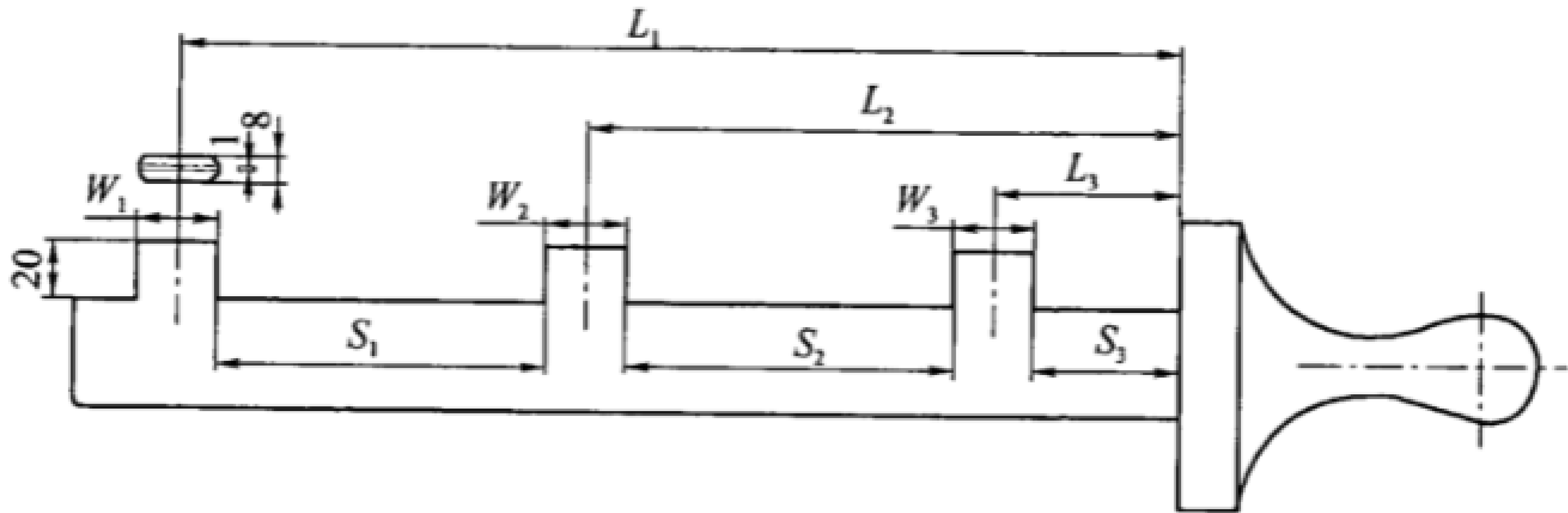


图 8 螺栓孔水平位置量规

螺栓孔水平位置量规工作尺寸见表 10。

表 10 螺栓孔水平位置量规工作尺寸 mm

被检 部位	基 本 尺 寸				允许 偏差	备 注
	43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨		
L_1	326	356	356	446	± 0.08	—
L_2	166	216	216	316		—
L_3	56	66	76	96		—
W	26.6	28.6	28.6	28.6		用于客运专线 60 kg/m 轨的量规为 28.90

3.3.9 螺栓孔垂直位置量规

螺栓孔垂直位置量规用于螺栓孔至轨底平面距离的检查,其结构见图 9。

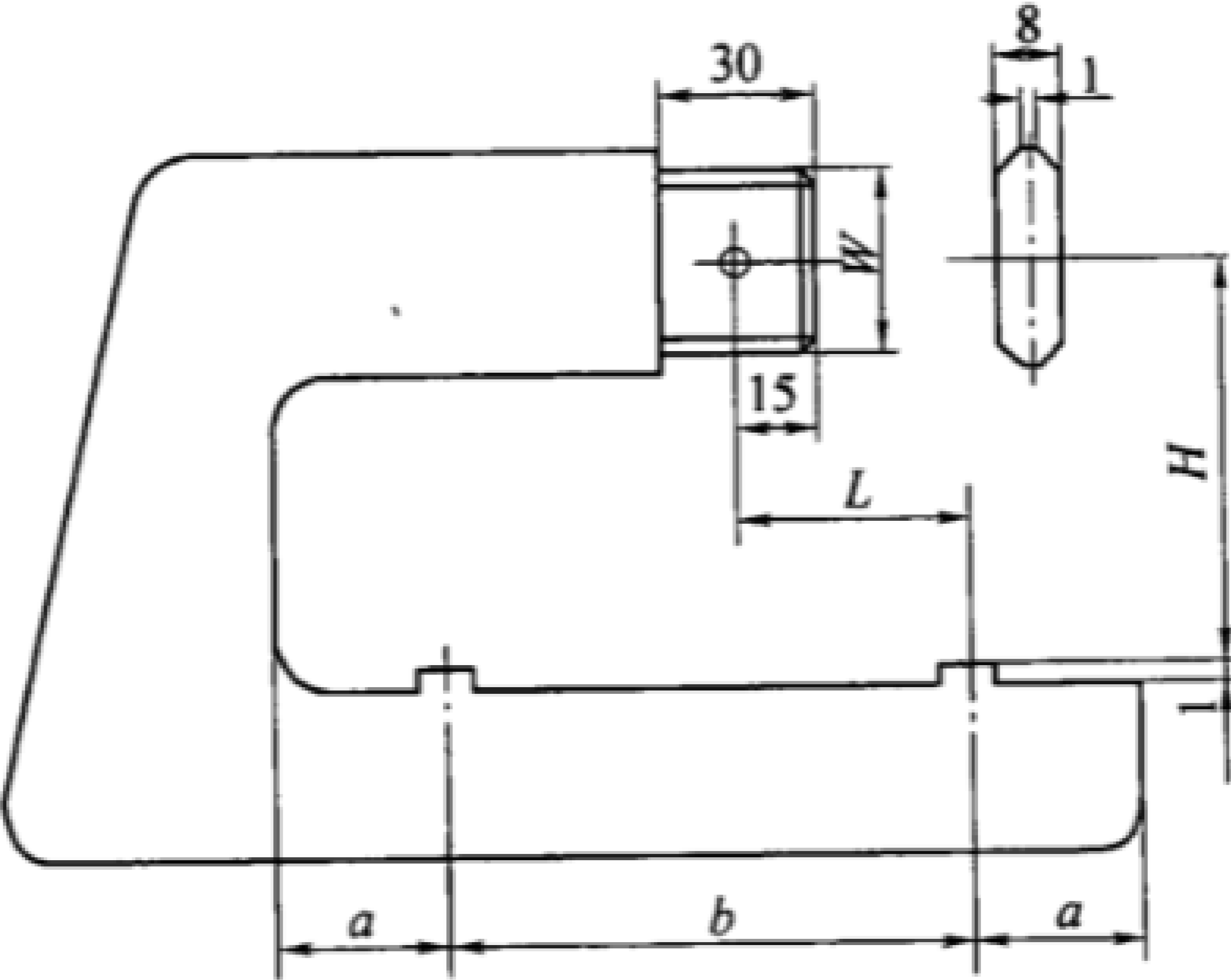


图 9 螺栓孔垂直位置量规

螺栓孔垂直位置量规工作尺寸见表 11。

表 11 螺栓孔垂直位置量规工作尺寸 mm

被检 部位	基 本 尺 寸				允许 偏差	备 注
	43 kg/m 钢轨	50 kg/m 钢轨	60 kg/m 钢轨	75 kg/m 钢轨		
H	62.5	68.5	79	80.4	± 0.04	—
W	26.6	28.6	28.6	28.6		用于客运专线 60 kg/m 轨的量规为 28.90
L	31	36	41	41	± 1	—
a	26	30	34	34	± 1	—
b	65	75	85	85	± 1	—

4 通用技术要求

4.1 外 观

量具工作面和非工作面均不应有锐边、毛刺、锈蚀、划痕、黑斑、裂纹等缺陷。后续检定中,量具允许有不影响使用质量的外观缺陷。

量具非测量面上应刻有量规名称、制造厂名(代号或商标)、出厂编号和出厂日期,字迹应清晰、完整。

4.2 各部分相互作用

装配式量规螺钉连接处应牢固,不应有松动现象。

5 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

量具应在温度为 $(20\pm5)^{\circ}\text{C}$ 的室内检定。将被检量具与主要检定器具置于铸铁平板上,在室内平衡温度的时间不应少于2 h。

5.2 检定项目和检定器具

检定项目和主要检定器具见表12。

表 12 检定项目和主要检定器具

序号	检 定 项 目	主 要 检 定 器 具	首次 检定	后续 检定	使用中 检验
1	外 观	—	+	+	+
2	各部分相互作用	—	+	+	+
3	测量面表面粗糙度	表面粗糙度比较样块	+	+	-
4	上下两平面平行度	1级平板、百分表	+	+	-
5	工作部位的尺寸	万能工具显微镜、1级外径千分尺、半径规 (按极限尺寸选取)、塞尺	+	+	-
注:“+”表示应检定,“-”表示可不检定。					

5.3 检定方法

5.3.1 外观和各部分相互作用

手动试验和目力观察。

5.3.2 测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行检定。

5.3.3 上下两平面的平行度

在1级平板上用百分表检定。检定时,将卡规的一平面与平板接触,移动百分表,从百分表读取最大值与最小值之差;然后将卡规的另一平面与平板接触,重复上述测量,得到另一差值,取两个差值中较小的一个为平行度误差。

5.3.4 工作尺寸

5.3.4.1 钢轨高度卡规

用万能工具显微镜以(+)、(-)端共用边为基准,分别测量(+)、(-)端的距离 H_T 、 H_Z 。

测量通端时,应在(+)端的全段内均匀选取至少三点进行测量,测量(-)端时,在靠近(+)端的1/2范围内均匀选取三点测量,均应满足要求。

5.3.4.2 轨头宽度和轨腰厚度卡规

用万能工具显微镜测量相关尺寸。

(1) 轨头宽度

对于43 kg/m钢轨和50 kg/m钢轨,调整卡规,先用米字线与(+)规的内端直边重合,然后将米字线分别在工作边内端附近与(+)规的工作边相交,两交点坐标 x_{11} 、 x_{12} , $c_T = |x_{12} - x_{11}|$,再用相同方法测量外端附近两交点坐标 x_{11} 、 x_{12} , $c_T = |x_{12} - x_{11}|$,均应满足要求。

对于60 kg/m钢轨和75 kg/m钢轨,调整卡规,分别将米字线与(+)规的小端直边重合,测量米字线与两斜边两(虚)交点坐标 x_{11} 、 x_{12} , $c_T = |x_{12} - x_{11}|$,然后将万能工具显微镜米字线向外平移 S_1 (≈ 35 mm),得到米字线与两斜边的两交点坐标 x_{21} 、 x_{22} ,于是 $a_T = (|x_{22} - x_{21}| - c_T) \times 36/S_1 + c_T$,应分别满足相应的要求,且 $||x_{21} - x_{11}| - |x_{22} - x_{12}||$ 应 ≤ 0.06 mm。

以相同的方法检定(-)规。

(2) 轨腰厚度

以(+)、(-)端共用边为基准,分别测量(+)、(-)端两直边间的距离 d_T 、 d_Z 。

5.3.4.3 轨底宽度卡规

用万能工具显微镜测量相关尺寸。

以(+)、(-)端共用边为基准,分别测量(+)、(-)端距离 L_T 、 L_Z 。

5.3.4.4 轨底边缘厚度卡规

调整量规,分别将米字线与(+)规的小端直边重合,测量米字线与两工作边的两(虚)交点坐标 x_{11} 、 x_{12} ,将万能工具显微镜米字线向外平移 S_2 ($\approx L - 1$),得到米字线与两工作边的两交点坐标 x_{21} 、 x_{22} ,于是 $f_T = |x_{12} - x_{11}|$, $e_T = (|x_{22} - x_{21}| - f_T) \times L/S_2 + f_T$,应分别满足相应的要求。

以相同的方法检定(-)规。

5.3.4.5 钢轨断面对称度量规

用万能工具显微镜测量。

将万能工具显微镜的Y米字线(沿最大100 mm量程方向)与(+)规的轨底定位面重合,得到坐标 x_1 ,用X米字线测量量规侧定位面至测量圆弧测量顶点的距离 S_z ,然后将X米字线向圆弧内移动2 mm,得到与圆弧轮廓的两个交点 x_{21} 和 x_{22} , $x_2 = (x_{22} + x_{21})/2$,于是用量规测量圆弧测量顶点至轨底定位面的距离 $h = |x_2 - x_1|$ 。

以相同的方法检定(-)规。

5.3.4.6 接头夹板安装面高度量规

将(+)规放在万能工具显微镜上,以上水平直边和垂直边找正,使万能工具显微镜

米字线 Y 轴与上水平直边重合。

分别在 (+) 规工作轮廓的上直线段上选取两点 (两点距离应尽量大), 记录下此两点的坐标值 (x_{11}, y_{11}) 和 (x_{12}, y_{12}) , 于是得到上直线段的直线 1 的方程 $(y - y_{11}) / (y_{12} - y_{11}) = (x - x_{11}) / (x_{12} - x_{11})$, 采用相同方法得到下直线段的直线 2 的方程 $(y' - y_{21}) / (y_{22} - y_{21}) = (x' - x_{21}) / (x_{22} - x_{21})$, 再将米字线 X 轴与 (+) 规的中段圆弧相切, 得到直线 3 的方程 $y = y_3$, 从而可分别得到直线 1 和直线 2 与直线 3 的交点 A_1 和 A_2 , 进而得到 A_1 和 A_2 间的距离 H_{IZ} 。再分别在直线 1 和直线 2 上计算 A_1 、 A_2 点向外 B_1 、 B_2 点 (Y 坐标差为 J), 计算各自的 X 坐标值, 从而得到 K (上、下分别计算)。 H_{IZ} 、 K 应分别满足要求。

R_1 、 R_2 采用具有最大、最小极限尺寸的半径规进行检查, R_3 在圆弧中间 40 mm 长范围内采用三点法进行测量。

用相同的方法检定 (-) 规。

注: 测量时必须保证量规的一端 (“+”端或“-”端) 在同一坐标系下。

5.3.4.7 螺栓孔直径塞规

用万能工具显微镜或外径千分尺分别在圆周和轴向等间隔测量三点。

5.3.4.8 螺栓孔水平位置量规

采用万能工具显微镜分段测量各螺孔工作面的宽度 W_1 、 W_2 、 W_3 及各间隔尺寸 S_1 、 S_2 、 S_3 , 于是 $L_3 = S_3 + W_3/2$, $L_2 = W_3 + S_2 + W_3 + W_2/2$, $L_1 = S_3 + S_2 + S_1 + W_3 + W_2 + W_1/2$ 。

5.3.4.9 螺栓孔垂直位置量规

用万能工具显微镜以定位面为基准测量。

5.4 检定结果的处理

经检定, 符合本规程要求的钢轨量具填发检定证书, 不符合本规程要求的填发检定结果通知书, 并注明不合格项目。

5.5 检定周期

钢轨量具的检定周期一般不超过一年。

附录 A

钢轨断面检测量具检定结果的测量不确定度评定

钢轨断面检测量具主要是平面量规。检定时,主要用万能工具显微镜或通用量具对其尺寸进行检定。下面以检定方法最为复杂的接头夹板安装面高度量规和螺栓孔水平位置量规为例进行检定结果的测量不确定度评定。

A.1 接头夹板安装面高度量规检定结果的测量不确定度评定(以“+”规为例)

A.1.1 测量方法及测量数学模型

分别在(+)规工作轮廓的上直线段上选取两点(两点距离应尽量大),记录下此两点的坐标值 (x_{11}, y_{11}) 和 (x_{12}, y_{12}) ,于是得到上直线段的直线1的方程 $(y - y_{11}) / (y_{12} - y_{11}) = (x - x_{11}) / (x_{12} - x_{11})$,采用相同方法得到下直线段的直线2的方程 $(y' - y_{21}) / (y_{22} - y_{21}) = (x' - x_{21}) / (x_{22} - x_{21})$,再将米字线X轴与(+)规的中段圆弧相切,得到直线3的方程 $y = y_3$,从而可分别得到直线1和直线2与直线3的交点 A_1 和 A_2 ,进而得到接头夹板安装面高度(即 A_1 和 A_2 间的距离) H_{IZ} 。

于是,测量数学模型为

$$y = H_{\text{IZ}} = \left| \frac{x_{12} - x_{11}}{y_{12} - y_{11}} (y_3 - y_{11}) - \frac{x_{22} - x_{21}}{y_{22} - y_{21}} (y_3 - y_{21}) + x_{11} - x_{21} \right|$$

A.1.2 测量不确定度的主要来源

A.1.2.1 万能工具显微镜的示值误差引入的标准不确定度分量 u_1

$$u_1 = 0.004 / \sqrt{3} = 0.00231 \text{ mm} \quad (\text{按均匀分布})$$

A.1.2.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2

$$u_2 \approx 0.00021 \text{ mm}$$

A.1.3 合成标准不确定度

合成标准不确定度为

$$u_{\text{cl}} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.00231^2 + 0.00021^2} = 0.00232 \text{ mm}$$

对上述数学模型求偏导,得

$$\frac{\partial y}{\partial x_{12}} = \frac{y_3 - y_{11}}{y_{12} - y_{11}}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_{11}} = -\frac{y_3 - y_{11}}{y_{12} - y_{11}} + 1$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{12}} = -\frac{(x_{12} - x_{11})(y_3 - y_{11})}{(y_{12} - y_{11})^2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{11}} = -(x_{12} - x_{11}) \frac{y_{12} - y_{11} - (y_3 - y_{11})}{(y_{12} - y_{11})^2} = -(x_{12} - x_{11}) \frac{y_{12} - y_3}{(y_{12} - y_{11})^2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_{22}} = \frac{y_3 - y_{21}}{y_{22} - y_{21}}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_{21}} = -\frac{y_3 - y_{21}}{y_{22} - y_{21}} - 1$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{22}} = \frac{(x_{22} - x_{21})(y_3 - y_{21})}{(y_{22} - y_{21})^2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{21}} = (x_{22} - x_{21}) \frac{y_{22} - y_{21} - (y_3 - y_{21})}{(y_{22} - y_{21})^2} = (x_{22} - x_{21}) \frac{y_{22} - y_3}{(y_{22} - y_{21})^2}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_3} = \frac{x_{12} - x_{11}}{y_{12} - y_{11}} - \frac{x_{22} - x_{21}}{y_{22} - y_{21}}$$

根据规程要求和检定方法要求,直线斜率为 1:3,因此得到: $\frac{x_{12} - x_{11}}{y_{12} - y_{11}} = -\frac{1}{3}$,

$\frac{x_{22} - x_{21}}{y_{22} - y_{21}} = \frac{1}{3}$,并取 $|y_{12} - y_{11}| = 12 \text{ mm}$, $|y_3 - y_{12}| = 16 \text{ mm}$, $|y_3 - y_{11}| = 28 \text{ mm}$,于是得

$$\frac{\partial y}{\partial x_{12}} = \frac{y_3 - y_{11}}{y_{12} - y_{11}} = \frac{28}{12} = \frac{7}{3}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_{11}} = -\frac{y_3 - y_{11}}{y_{12} - y_{11}} + 1 = -\frac{4}{3}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{12}} = \frac{1}{3} \frac{y_3 - y_{11}}{y_{12} - y_{11}} = \frac{1}{3} \times \frac{7}{3} = \frac{7}{9}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{11}} = \frac{1}{3} \frac{y_{12} - y_3}{y_{12} - y_{11}} = \frac{1}{3} \times \frac{16}{12} = \frac{1}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_{22}} = \frac{y_3 - y_{21}}{y_{22} - y_{21}} = \frac{28}{12} = \frac{7}{3}$$

$$\frac{\partial y}{\partial x_{21}} = \frac{y_3 - y_{21}}{y_{22} - y_{21}} - 1 = \frac{4}{3}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{22}} = \frac{1}{3} \frac{y_3 - y_{21}}{y_{22} - y_{21}} = \frac{1}{3} \times \frac{7}{3} = \frac{7}{9}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_{21}} = \frac{1}{3} \frac{y_{22} - y_3}{y_{22} - y_{21}} = \frac{1}{3} \times \frac{16}{12} = \frac{1}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{4}{9}$$

$$\frac{\partial y}{\partial y_3} = \frac{x_{12} - x_{11}}{y_{12} - y_{11}} - \frac{x_{22} - x_{21}}{y_{22} - y_{21}} = \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = -\frac{2}{3}$$

于是:

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{\left(\frac{\partial y}{\partial x_{12}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_{22}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial y_{11}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial y_{12}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_{21}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial y_{22}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_{11}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_{22}}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial y_3}\right)^2} \times u_{cl} \\ &= \sqrt{\left(\frac{7}{3}\right)^2 + \left(\frac{7}{3}\right)^2 + \left(\frac{4}{9}\right)^2 + \left(\frac{7}{9}\right)^2 + \left(\frac{4}{9}\right)^2 + \left(\frac{7}{9}\right)^2 + \left(-\frac{4}{3}\right)^2 + \left(\frac{4}{3}\right)^2 + \left(-\frac{2}{3}\right)^2} \times u_{cl} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{2 \times \left(\frac{7}{3}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{4}{9}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{7}{9}\right)^2 + 2 \times \left(\frac{4}{3}\right)^2 + \left(\frac{2}{3}\right)^2} \times u_{cl}$$

$$= 4.06 \times u_{cl} = 0.009\,42\text{ mm}$$

A.1.4 扩展不确定度

扩展不确定度为

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.009\,42 = 0.019\text{ mm} \quad (k \text{ 取 } 2)$$

A.1.5 结 论

接头夹板安装面高度量规的工作尺寸的最小尺寸公差为 $\pm 0.06\text{mm}$, 半范围为 0.06mm , U 小于其 $1/3$, 满足要求。

A.2 螺栓孔水平位置量规检定结果的测量不确定度评定

A.2.1 测量方法及测量数学模型

以测量步骤最为繁杂的 L_1 的检定方法为典型进行评定。

测量数学模型为

$$L_1 = S_3 + S_2 + S_1 + W_3 + W_2 + W_1/2$$

A.2.2 测量不确定度的主要来源

A.2.2.1 万能工具显微镜的示值误差引入的标准不确定度分量 u_1

$$u_1 = 0.005/\sqrt{3} = 0.002\,89\text{ mm} \quad (\text{按均匀分布})$$

A.2.2.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2

$$u_2 \approx 0.000\,21\text{ mm}$$

A.2.3 点坐标的合成标准不确定度

点坐标的合成标准不确定度为

$$u_{cl} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.002\,89^2 + 0.000\,21^2} = 0.002\,90\text{ mm}$$

A.2.4 合成标准不确定度

合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{5 \times (1^2 + 1^2) + (1/2)^2 + (1/2)^2} \times u_{cl} = 3.24 \times 0.002\,90 = 0.009\,40\text{ mm}$$

A.2.5 扩展不确定度

扩展不确定度为

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.009\,40 = 0.019\text{ mm} \quad (k \text{ 取 } 2)$$

A.2.6 结 论

螺栓孔水平位置量规的工作尺寸的最小尺寸公差为 $\pm 0.08\text{ mm}$, 半范围为 0.08 mm , U 小于其 $1/3$, 满足要求。

中 华 人 民 共 和 国
铁道部部门计量检定规程
钢轨断面检测量具

Measuring Tools for Profile of Rail

JJG(铁道)201—2009

*

中国铁道出版社出版、发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174

中国铁道出版社印刷厂印刷

版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm × 1 230 mm 1/16 印张:1.25 字数:20 千字

2010年4月第1版 2010年4月第1次印刷

*

统一书号:15113·3136 定价:12.50元