



中华人民共和国国家标准

GB/T 2585—2021
代替 GB/T 2585—2007

铁路用热轧钢轨

Hot-rolled steel rails for railway

2021-03-09 发布

2021-10-01 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 2

4 订货内容 2

5 分类 2

6 尺寸、外形、重量及允许偏差 3

7 技术要求 6

8 试验方法 12

9 检验规则 16

10 标志与质量证明书 18

附录 A（规范性附录） 钢轨断面型式尺寸图 20

附录 B（规范性附录） 钢轨尺寸检查样板图 35

附录 C（规范性附录） 钢轨低倍组织评级图 48

附录 D（规范性附录） 轨底残余应力试验方法 60

附录 E（规范性附录） 钢轨平面应变断裂韧性(K_{IC})试验方法 62

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 2585—2007《铁路用热轧钢轨》，与 GB/T 2585—2007 相比，除编辑性修改以外主要技术变化如下：

- 修改了标准的适用范围(见第 1 章,2007 年版的第 1 章)；
- 增加了分类(见第 5 章)；
- 修改了尺寸、外形及允许偏差的规定(见 6.1.2,2007 年版的 5.1.2)；
- 修改了牌号和成分要求(见 7.2,2007 年版的 6.2.1)；
- 增加了氮含量的要求(见 7.2.4)；
- 增加了热处理钢轨的力学性能要求(见 7.4)；
- 修改了脱碳层的有关规定(见 7.6,2007 年版的 6.8)；
- 修改了非金属夹杂物的有关规定(见 7.7,2007 年版的 6.9)；
- 修改了表面质量的有关规定(见 7.10,2007 年版的 6.12)；
- 增加了疲劳裂纹扩展速率的有关规定(见 7.13)；
- 修改了氢含量测定并增加了氧、氮元素测定的有关规定(见 8.5,2007 年版的 7.2)；
- 增加了型式检验的有关规定(见 9.2)；
- 修改了脱碳层、非金属夹杂物、显微组织等检验项目的复验规定(见 9.4,2007 年版的 8.3)；
- 修改了钢轨标志的有关规定(见 10.1,2007 年版的 9.1)。

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/TC 183)归口。

本标准起草单位：冶金工业信息标准研究院、中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所、中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、攀钢集团有限公司、鞍钢股份有限公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、武汉钢铁有限公司、鞍山紫竹科技型钢有限公司、西王特钢有限公司。

本标准主要起草人：冯超、周清跃、高俊莉、吕攀峰、朴志民、彭峰、朱敏、高凤国、张庆生、刘宝石、邹明、刘宏、郭利宏、周剑华、洪泽、程健业、王玉婕。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 181—1963；
- GB 182—1963；
- GB 183—1963；
- GB 2585—1981、GB/T 2585—2007。

铁路用热轧钢轨

1 范围

本标准规定了铁路用钢轨的订货内容、分类、尺寸、外形、质量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、标志及质量证明书。

本标准适用于 38 kg/m~75 kg/m 对称断面热轧钢轨和在线热处理钢轨。

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/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
- GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯碘酚 S 分光光度法
- GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- GB/T 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量
- GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
- GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.64 钢铁及合金 锰含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- GB/T 223.67 钢铁及合金 硫含量的测定 次甲基蓝分光光度法
- GB/T 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
- GB/T 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
- GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法
- GB/T 223.76 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钒量
- GB/T 223.82 钢铁 氢含量的测定 惰性气体熔融-热导或红外法
- GB/T 224 钢的脱碳层深度测定法
- GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀试验法

- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 3075 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法
GB/T 4161 金属材料 平面应变断裂韧性 K_{IC} 试验方法
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
GB/T 6398 金属材料 疲劳试验 疲劳裂纹扩展方法
GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
GB/T 11261 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热情气熔融-红外线吸收法
GB/T 13298 金属显微组织检验方法
GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定
YB/T 951 钢轨超声波探伤方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

炉号 heat

一炉钢水浇铸的所有铸坯,直至某一钢坯完全由下一炉钢液浇注而成(不包括该钢坯)。

3.2

连浇 sequence

在中间包中连续浇铸同一牌号的不同炉号的钢水。

3.3

在线热处理 on line heat-treatment

利用轧制余热直接进行加速冷却,得到细片状珠光体组织的热处理工艺。

4 订货内容

订货时,需方应向供方提供以下资料:

- a) 产品名称;
- b) 本标准编号;
- c) 轨型及速度等级;
- d) 牌号及交货状态(热轧、热处理);
- e) 轨端状态(钻孔数量);
- f) 数量、长度、短尺率(定尺、非定尺);
- g) 其他特殊要求。

5 分类

按运营速度分成 200 km/h 以下钢轨和 200 km/h 及以上的钢轨。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 尺寸及允许偏差

6.1.1 钢轨轨型包括 38 kg/m、43 kg/m、50 kg/m、60 kg/m(60、60N)、75 kg/m(75、75N)，其断面尺寸应符合附录 A 的规定。

6.1.2 运营速度 200 km/h 以下钢轨的尺寸和外形的允许偏差应符合表 1 的规定；运营速度 200 km/h 及以上钢轨尺寸和外形的允许偏差应符合表 2 的规定。

表 1 运营速度 200 km/h 以下钢轨尺寸和外形的允许偏差

项 目			允许偏差		
			38 kg/m、43 kg/m 轨型	50 kg/m、60 kg/m、 75 kg/m 轨型	样板图
钢轨断面	轨头宽度(WH)		±0.5 mm	±0.5 mm	图 B.3
	轨冠饱满度 ^a (C)		—	+0.6 mm -0.5 mm	图 B.13
	轨腰厚度 ^b (WT)		+1.0 mm -0.5 mm	+1.0 mm -0.5 mm	图 B.6
	接头夹板安装面高度(HF)		±0.6 mm	+0.6 mm -0.5 mm	图 B.5
	钢轨高度(H)		±0.8 mm	±0.6 mm	图 B.8
	轨底宽度(WF)		+1.0 mm -2.0 mm	+1.0 mm -1.5 mm	图 B.9
	轨底边缘厚度(TF) ^b		—	+0.75 mm -0.5 mm	图 B.7
外形	断面不对称		±1.5 mm	±1.2 mm	图 B.4 a) 图 B.4 b)
	轨底凹入		≤0.4 mm	≤0.4 mm	—
	端面斜度	垂直方向	≤1.0 mm	≤0.8 mm	—
		水平方向			
	端部弯曲 (距轨端 0 m~1.5 m 内)	垂直方向(向上)	≤0.6 mm/1.5 m	≤0.6 mm/1.5 m	图 B.11
		垂直方向(向下)	$e \leq 0.2$ mm	$e \leq 0.2$ mm	
		水平方向	≤0.7 mm/1.5 m	≤0.7 mm/1.5 m	
	端部弯曲 (距轨端 1 m~2.5 m 内)	垂直方向	≤0.5 mm/1.5 m	≤0.5 mm/1.5 m	
		水平方向	≤0.7 mm/1.5 m	≤0.7 mm/1.5 m	
	轨身 (除两轨端各 1.5 m 外)	垂直方向	—	≤0.5 mm/3 m, ≤0.4 mm/1 m	图 B.12
		水平方向	—	≤0.6 mm/1.5 m	
	钢轨全长	上弯曲和下弯曲	—	≤10 mm	—
		侧弯曲	—	弯曲半径(R) 小于 1 500 m	—

表 1 (续)

项 目			允许偏差		
			38 kg/m、43 kg/m 轨型	50 kg/m、60 kg/m、 75 kg/m 轨型	样板图
外形	扭转	全长	当钢轨轨头向上立在检测台上能看见明显的 扭曲时,用塞尺测量钢轨端部轨底面与检测 台面的间隙应不大于 2.5 mm		图 B.12
		轨端 ^{c,d}	≤0.6 mm/1 m		
接头夹板安装斜度(以平行于接头夹板理论斜面的 14 mm 一段的倾斜为基准)(IF)			+1.0 mm -0.5 mm	±0.5 mm	图 B.5
螺栓孔		直径	±0.8 mm	±0.8 mm	图 B.10
		位置	±0.8 mm	±0.8 mm	
		直径和位置综合偏差	2.0 mm	2.0 mm	
^a 50 kg/m 钢轨不要求。					
^b 钢轨腰厚在最小厚度点测量。					
^c 以轨端断面为测量基准,用特制量规(扭曲尺,长 1m)对轨底下表面的触点进行测量,触点中心与轨底边缘的距 离为 10 mm,触点接触表面面积为 150 mm ² ~250 mm ² ,见图 B.12 。					
^d 有孔钢轨不要求检测轨端扭转。					

表 2 运营速度 200 km/h 及以上钢轨尺寸和外形的允许偏差

项 目			允许偏差		样板图
			60 kg/m 轨型		
钢轨断面	轨头宽度(WH)		±0.5 mm		图 B.3
	轨冠饱满度(C)		+0.6mm -0.3 mm		图 B.13
	轨腰厚度 ^a (WT)		+1.0 mm -0.5 mm		图 B.6
	接头夹板安装面高度(HF)		+0.6 mm -0.5 mm		图 B.5
	钢轨高度(H)		±0.6 mm		图 B.8
	轨底宽度(WF)		±1.0 mm		图 B.9
	轨底边缘厚度(TF)		+0.75 mm -0.5 mm		图 B.7
外形	断面不对称		±1.2 mm		图 B.4 a) 图 B.4 b)
	轨底凹入		≤0.3 mm		—
	端面斜度	垂直方向	≤0.6 mm		—
		水平方向			

表 2 (续)

项 目			允许偏差	
			60 kg/m 轨型	样板图
外形	端部弯曲 (距轨端 0 m~1.5 m 内)	垂直方向(向上)	0 m~1 m:≤0.3 mm/1 m 0 m~1.5 m:≤0.35 mm/1.5 m	图 B.11
		垂直方向(向下)	$e\leq 0.2\text{ m}$	
		水平方向	0 m~1 m:≤0.4 mm/1 m 0 m~1.5 m:≤0.5 mm/1.5 m	
	端部弯曲 (距轨端 1 m~2.5m 内)	垂直方向	≤0.3 mm/1.5 m	图 B.12
		水平方向	≤0.5 mm/1.5 m	
	轨身 (除两轨端各 1.5 m 外)	垂直方向	≤0.3 mm/3 m,≤0.2 mm/1 m	图 B.12
		水平方向	≤0.45 mm/1.5 m	图 B.12
	钢轨全长	上弯曲和下弯曲	≤10 mm	—
		侧弯曲	弯曲半径(R)大于 1 500 m	—
	扭转	全长	当钢轨轨头向上立在检测台上能看见明显的扭曲时,用塞尺测量钢轨端部轨底面与检测台面的间隙应不大于 2.5 mm	图 B.12
轨端 ^b		≤0.45 mm/1 m		
螺栓孔		直径	±0.7 mm	图 B.10
		位置	±0.7 mm	
		直径和位置综合偏差	2.0 mm	

^a 钢轨腰厚在最小厚度点测量。

^b 以轨端断面为测量基准,用特制量规(扭曲尺,长 1m)对轨底下表面的触点进行测量,触点中心与轨底边缘的距离为 10 mm,触点接触表面面积为 150 mm²~250 mm²,见图 B.12。

6.2 螺栓孔及轨端倒棱

焊接钢轨不加工螺栓孔。需要螺栓孔时应按照附录 A 中相应要求对钢轨的螺栓孔进行 45°倒棱,倒棱深度为 0.8 mm~2.0 mm。

6.3 钢轨长度及允许偏差

6.3.1 钢轨长度

6.3.1.1 标准钢轨的定尺长度为:

- 38 kg/m、43 kg/m 轨型:12.5 m、25 m;
- 50 kg/m、60 kg/m 轨型: 12.5 m、25 m 和 100 m;
- 75 kg/m 轨型:25 m、75 m 和 100 m。

6.3.1.2 曲线缩短钢轨的长度为:

- 12.5 m 钢轨:12.46 m、12.42 m、12.38 m;

——25 m 钢轨：24.96 m、24.92 m、24.84 m。

6.3.1.3 短尺钢轨长度为：

- 12.5 m 钢轨：9 m、9.5 m、11 m、11.5 m、12 m；
- 25 m 钢轨：21 m、22 m、23 m、24 m、24.5 m；
- 75 m 钢轨：71 m、72 m、73 m、74 m；
- 100 m 钢轨：95 m、96 m、97 m 和 99 m。

短尺钢轨的数量由供需双方协商并在合同中注明，运营速度小于 200 km/h 等级的钢轨短尺钢轨的数量应不大于订货总量的 10%；运营速度大于或等于 200 km/h 等级的钢轨短尺钢轨的数量应不大于订货总量的 5%。有孔钢轨原则上不应有短尺轨，经供需双方协商，短尺轨也可钻孔。

6.3.1.4 定尺长度为 75 m 和 100 m 钢轨的曲线缩短轨长度由供需双方协商，并在合同中注明短尺轨的搭配数量。

6.3.2 长度允许偏差

钢轨的长度允许偏差应符合表 3 规定。

表 3 长度允许偏差(环境温度 20 ℃)

长度(L) m		允许偏差(环境温度 20 ℃) mm
钻孔轨	≤25	±6
无孔轨	≤25	±10
	>25	±30

6.4 重量

钢轨按理论重量交货，计算数据见附录 A，钢的密度为 7.85 g/cm³。

7 技术要求

7.1 制造方法

- 7.1.1 钢应采用氧气转炉或电弧炉冶炼，并应经炉外精炼和真空脱气处理。
- 7.1.2 在轧制过程中应采用高压喷射方法去除氧化铁皮。
- 7.1.3 钢轨的轧制压缩比应不小于 9：1。
- 7.1.4 钢轨应采用二段辊式矫直机对其断面的水平轴 X-X 和垂直轴 Y-Y 方向分别进行矫直，只应辊矫一次。端头或局部不平直可用四面压力机补充矫直。对钻孔轨应先补矫，后钻孔。

7.2 牌号和化学成分

7.2.1 钢的牌号和化学成分及残余元素(熔炼分析)应符合表 4、表 5，以及 7.2.2 和 7.2.3 的规定。残余元素，若供方能保证可不做检验。

表 4 牌号及化学成分

牌号	化学成分(质量分数) %								
	C	Si	Mn	P ^a	S	Cr	Al _i ^b	V	RE (加入量)
U77MnCr U77MnCrH	0.71~0.82	0.10~0.50	0.80~1.10	≤0.025	≤0.025	0.25~0.40	≤0.010	—	—
U78CrV U78CrVH	0.72~0.82	0.50~0.80	0.70~1.05	≤0.025	≤0.025	0.30~0.50	≤0.010	0.04~0.12	—
U76CrRE U76CrREH	0.71~0.81	0.50~0.80	0.80~1.10	≤0.025	≤0.025	0.25~0.35	≤0.010	0.04~0.08	>0.020
U71Mn U71MnH	0.60~0.80	0.15~0.58	0.70~1.20	≤0.025	≤0.025	—	≤0.004	≤0.030	—
U75V U75VH	0.71~0.80	0.50~0.80	0.70~1.05	≤0.025	≤0.025	—	≤0.004	0.04~0.12	—
^a U75V 牌号生产的 75 kg/m 热轧及在线热处理钢轨,P 含量应不大于 0.025%; ^b 对于运营速度 200 km/h 以下的 Al _i 含量可不大于 0.010%。									

表 5 残余元素上限(质量分数) %

Cr	Mo	Ni	Cu	Sn	Sb	Ti	Nb	V	Ni+Cu	Cu+10Sn	Cr+Mo+Ni+Cu
0.15	0.02	0.10	0.15	0.030	0.020	0.025	0.01	0.030	0.20	0.35	0.35

7.2.2 钢水氢含量应不大于 $2.5 \times 10^{-4} \%$ 。钢水氢含量大于 $2.5 \times 10^{-4} \%$ 时应对钢坯或钢轨进行缓冷处理。成品钢轨的氢含量应不大于 $2.0 \times 10^{-4} \%$ 。

7.2.3 钢水或成品钢轨总氧含量应不大于 $30 \times 10^{-4} \%$ 。对于 200 km/h 及以上级别钢轨总氧含量应不大于 $20 \times 10^{-4} \%$ 。允许有不大于供货总量 10% 的钢轨总氧含量大于 $20 \times 10^{-4} \%$, 但不应大于 $30 \times 10^{-4} \%$ 。

7.2.4 对于 200 km/h 以下钢轨, 钢水或钢轨的氮含量应不大于 $90 \times 10^{-4} \%$; 对于 200 km/h 及以上钢轨, 钢水或钢轨的氮含量应不大于 $80 \times 10^{-4} \%$ 。

7.2.5 如果需方要求对成品化学成分进行验证分析时, 与表 4 规定的成分范围允许偏差值应符合 GB/T 222 中相应的规定。

7.3 交货状态

钢轨应以热轧或在线热处理状态交货。

7.4 力学性能

7.4.1 热轧钢轨的力学性能应符合表 6 的规定。在同一根钢轨上, 其硬度变化范围应不大于 30 HBW。

表 6 热轧钢轨的力学性能

牌号	力学性能		
	抗拉强度(R_m) N/mm ²	断后伸长率 ^a (A) %	轨头顶面中心线硬度 (HBW10/3000) HBW
U71Mn	≥880	≥10	260~300
U75V	≥980	≥10	280~320
U77MnCr	≥980	≥9	290~330
U78CrV	≥1 080	≥9	310~360
U76CrRE	≥1 080	≥9	310~360

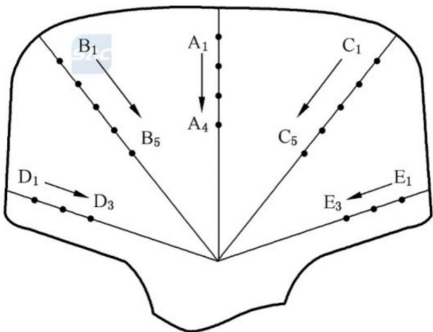
^a 若在热锯样轨上取样检验力学性能时,断后伸长率 A 的试验结果可比规定值降低 1%(绝对值)。

7.4.2 热处理钢轨的力学性能应符合表 7 的规定。在同一根钢轨上,其硬度变化范围应不大于 30 HBW。

表 7 热处理钢轨的力学性能

牌号	力学性能		
	抗拉强度(R_m) N/mm ²	断后伸长率(A) %	轨头顶面中心线硬度 (HBW10/3000) HBW
U71MnH	≥1 080	≥10	320~380
U75VH	≥1 180	≥10	340~400
U78CrVH	≥1 280	≥10	370~420
U76CrREH	≥1 280	≥10	370~420
U77MnCrH	≥1 180	≥10	350~410

7.4.3 按图 1 所示位置对热处理钢轨进行横断面硬度检验,其检测结果应符合表 8 的规定。



注 1: 第 1 点距离表面 5 mm,其余点间距 5 mm。
注 2: D、E 线与下颚距离为 5 mm。
注 3: B、C 线为 A、D 线和 A、E 线的角平分线。

图 1 横断面硬度检测点位置示意图

表 8 热处理钢轨横断面检测点硬度

牌号	轨头横断面硬化层硬度	
	HRC	
	A ₁ 、B ₁ 、C ₁ 、D ₁ 、E ₁ 检测点	A ₄ 、B ₅ 、C ₅ 、D ₅ 、E ₅ 检测点
U71MnH	34~40	≥32
U75VH	36~42	≥34
U78CrVH	37~44	≥36
U77MnCrH	36~42	≥35
U76CrREH	37~44	≥36

7.5 显微组织

钢轨的显微组织应为珠光体,可有少量沿晶界分布的铁素体,但不应有马氏体、贝氏体及沿晶界分布的网状渗碳体。

7.6 脱碳层

钢轨的脱碳层检验范围见图 2。从表面到连续、封闭铁素体网处的深度不大于 0.5 mm ,见图 3。

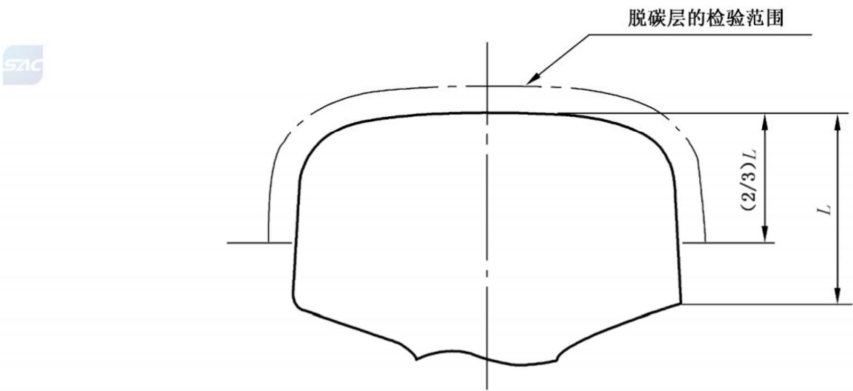


图 2 轨头表面脱碳层检验范围

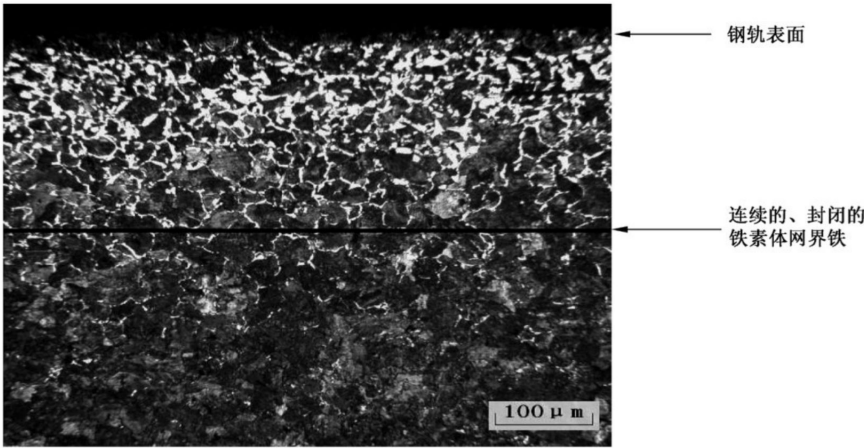


图 3 轨头表面允许的脱碳层深度金相图(100×)

7.7 非金属夹杂物

钢轨的非金属夹杂物级别应符合表 9 的规定。

表 9 非金属夹杂物级别

夹杂物类型		A 类(硫化物)		B 类(氧化铝)		C 类(硅酸盐)		D 类(球状氧化物)		DS 类 (单颗粒 球状类)
		粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	
级 别	≥200 km/h	≤2.0	≤2.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
	<200 km/h	≤2.5	≤2.5	≤1.5	≤2.0	≤1.5	≤2.0	≤1.5	≤2.0	≤1.5

7.8 低倍

钢轨横断面酸蚀试片的低倍应符合附录 C 的规定。

7.9 超声波探伤

7.9.1 超声波探伤应符合 YB/T 951 的规定。

7.9.2 钢轨应逐支进行全长超声波探伤检查。

7.9.3 被检验的钢轨的最小截面面积为：

- a) 轨头部分不小于 70%；
- b) 轨腰部分不小于 60%；
- c) 轨底部分见图 4。



图 4 钢轨轨底超声波探伤区域(阴影部分)

7.10 表面质量

7.10.1 钢轨表面不应有裂纹。在冷、热状态下形成的某些缺陷应符合以下规定：

- a) 热状态形成的钢轨磨痕、热刮伤、纵向线纹、折叠、氧化皮压入、轧痕等的缺陷深度：
 - 1) 运营速度小于 200 km/h 的钢轨：位于走行面的应不大于 0.5 mm；位于其他部位的应不大于 0.6 mm；
 - 2) 运营速度大于或等于 200 km/h 的钢轨：位于走行面的应不大于 0.35 mm；位于其他部位的应不大于 0.5 mm。
- b) 冷状态下形成的钢轨纵向或横向划痕、碰伤的深度：

- 1) 运营速度小于 200 km/h 的钢轨:位于轨头踏面及轨底下表面的应不大于 0.4 mm,轨底下表面不应有横向划痕;位于钢轨其他部位的应不大于 0.5 mm;
 - 2) 运营速度大于或等于 200 km/h 的钢轨:位于轨头踏面及轨底下表面的应不大于0.3 mm,轨底下表面不应有横向划痕;位于钢轨其他部位的应不大于 0.5 mm。
- 7.10.2 钢轨端面 and 螺栓孔表面不应有分层、裂纹,其边缘上的毛刺应予清除。
- 7.10.3 钢轨踏面、轨底下表面及距钢轨端部 1 m 内影响接头夹板装配的所有凸起部分应予清除(热轧标识除外)。
- 7.10.4 钢轨表面缺陷可用打磨方法清理,清理应沿纵向进行,清理宽度应不小于深度的 5 倍,清理后应保证钢轨的尺寸符合表 1 的规定。钢轨修磨处应圆滑过渡,且不应影响显微组织。
- 7.10.5 应沿钢轨全长对轨底进行自动检测。所有设备应能检测到表 10 所规定大小的人工缺陷尺寸。人工缺陷尺寸公差为±0.1 mm。用轨底自动检测技术检测时,检测范围应至少超过轨底中央 60 mm 宽。每隔 8 h 应用有人工缺陷的测试轨标定一次。当自动检测设备不能正常使用时,应采用人工检查。

表 10 人工缺陷尺寸 单位为毫米

缺陷深度	缺陷长度	缺陷宽度
1.0	20	0.5
1.5	10	0.5

7.11 轨底残余应力

钢轨的轨底最大纵向残余拉应力应不大于 250 MPa。

7.12 疲劳性能

总应变幅为 1 350 $\mu\epsilon$ 时,每个试样的疲劳寿命(即试样完全断裂时的循环次数)应大于 5×10^6 次。

7.13 疲劳裂纹扩展速率

疲劳裂纹扩展速率 da/dN 应符合表 11 规定。

表 11 疲劳裂纹扩展速率

应力强度因子范围 (ΔK) MPa · m ^{1/2}	疲劳裂纹扩展速率(da/dN) m/Gc
10	≤17
13.5	≤55

7.14 断裂韧性(K_{IC})

钢轨按照附录 D 的要求在试验温度 - 20 ℃ 下测得的断裂韧性(K_{IC})的最小值及平均值应符合表 12 的规定。

表 12 断裂韧性

牌号	K_{Ic} 单个最小值 MPa·m ^{1/2}	K_{Ic} 最小值平均值 MPa·m ^{1/2}
U71MnH	≥30	≥32
其他	≥26	≥29

8 试验方法

8.1 检验项目、取样部位、取样数量和试验方法

钢轨的检验项目、取样部位、取样数量和试验方法应符合表 13 的规定。

表 13 检验项目、取样部位、取样数量和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样部位及方法	试验方法
1	化学成分 ^a	每炉 1 次	熔炼分析按 GB/T 20066,成品分析见图 5	第 2 章中 GB/T 223 相关部分、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125
2	氢含量	每炉 1 次(每个连浇中第一炉为 2 次)	8.5.1	8.5.1
3	氧含量	每个连浇 1 次	熔炼分析按 GB/T 20066,成品分析见图 6	GB/T 11261
4	氮含量	每个连浇 1 次	熔炼分析按 GB/T 20066,成品分析见图 6	GB/T 20124
5	外形	逐支	端部	图 B.4a)、图 B.4b)样板
6	拉伸	每炉 1 次	见图 5	GB/T 228.1
7	硬度	每炉 1 次	7.4.1、7.4.2	GB/T 230.1、GB/T 231.1
8	显微组织	热轧钢轨每个连浇 1 次,热处理钢轨每炉 1 次	见图 5	GB/T 13298
9	脱碳层 ^b	每 1 000 t 或每个连浇 2 次	见图 2、图 3	8.4
10	非金属夹杂物 ^b	每个连浇 1 次	8.6	8.6
11	低倍	每炉 1 次	随机取样	GB/T 226
12	超声波探伤	逐支	全长	YB/T 951
13	断面尺寸	逐支	全长	附录 B 样板或激光自动检测设备
14	表面质量	逐支	全长	目视
15	残余应力	每 5 年一次	距轨端至少 3 000 mm 处	8.7

表 13 (续)

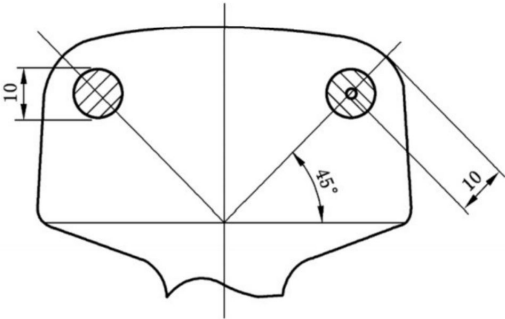
序号	检验项目	取样数量	取样部位及方法	试验方法
16	断裂韧性	每 5 年一次	距轨端 3 000 mm 处按图 8 切取	8.9
17	疲劳	每 5 年一次	距轨端 3 000 mm 处按图 7 切取	8.8
18	疲劳裂纹扩展速率	每 5 年一次	距轨端 3 000 mm 处按见图 8 切取	8.10
<p>^a 当对化学成分检验结果发生争议时,应以第 2 章中 GB/T 223 相关化学分析方法结果作为仲裁依据。</p> <p>^b 38 kg/m 钢轨可不做序号为 8、9、10、15、16、17、18 的检验;43 kg/m 热轧钢轨可不做序号为 8、9、10 的检验;43 kg/m 热处理钢轨可不做序号为 9、10 的检验。</p>				

8.2 成品化学成分分析



根据需方要求,可进行成品化学成分分析。每批取一个试样,应在任一支钢轨上按图 5 所示的位置取样。

单位为毫米



- 说明:
- ——拉伸试样中心位置;
 - ⊗ ——显微组织检查区域。

图 5 成品化学成分、拉伸和显微组织试验取样位置

8.3 显微组织检验

显微组织检验在轨头取样,取样位置见图 5。在金相显微镜下放大 500 倍,试验按 GB/T 13298 规定的方法进行。

8.4 脱碳层检验

在图 2 所规定的轨头表层任何部位测量连续封闭铁素体网深度(见图 3),试验按 GB/T 224 的方法进行。

8.5 氢、氧、氮含量检验

8.5.1 氢含量

8.5.1.1 钢水的氢含量按氢在钢中的分压量值确定,用线浸入式探头系统进行测量。在新中间包浇筑的任何连浇第一炉钢水中至少取两个样,其余炉中每炉取 1 个试样。一个连浇中第一炉的第一个试样应在氢含量最高的时候从中间包中测取。当钢水中氢含量不大于 $2.5 \times 10^{-4} \%$ 时,可不检验钢轨的氢含量,当钢水中氢含量大于 $2.5 \times 10^{-4} \%$ 时,应进行连铸坯缓冷,并检验钢轨的氢含量。

8.5.1.2 钢轨中氢含量测定在热锯处随机取样,但对于一个连浇中的第一炉,应从相当于任一铸流第一个钢坯的最后部分切取。试样应该钢轨头部中心制取,在定氢仪上测定。试验按 GB/T 223.82 规定的方法执行。

8.5.1.3 钢水及钢轨的氢含量测定也可按供需双方协议的其他方法进行。

8.5.2 氧含量、氮含量

氧含量、氮含量测定在钢水中取样并使之凝固,或在钢轨头部取样,取样位置见图 6,除非另有规定,试样所有公差为 $\pm 0.2 \text{ mm}$ 。试验方法按 GB/T 11261 和 GB/T 20124 的规定执行。

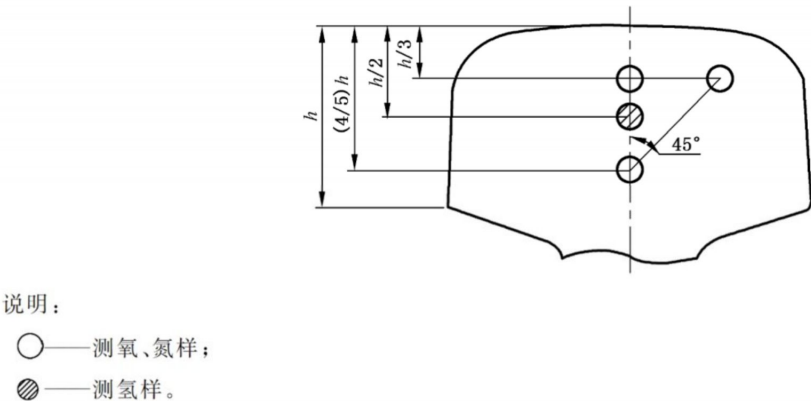


图 6 氢含量、氧含量、氮含量试样的取样位置

8.6 非金属夹杂物评定

钢轨头部距离顶面 10 mm 部位纵向切取,检查面应平行于钢轨顶面且居中,面积不小于 200 mm^2 ,试验按 GB/T 10561—2005 中方法 A 评定。

8.7 轨底残余应力试验

轨底残余应力试验按附录 D 规定的方法进行。

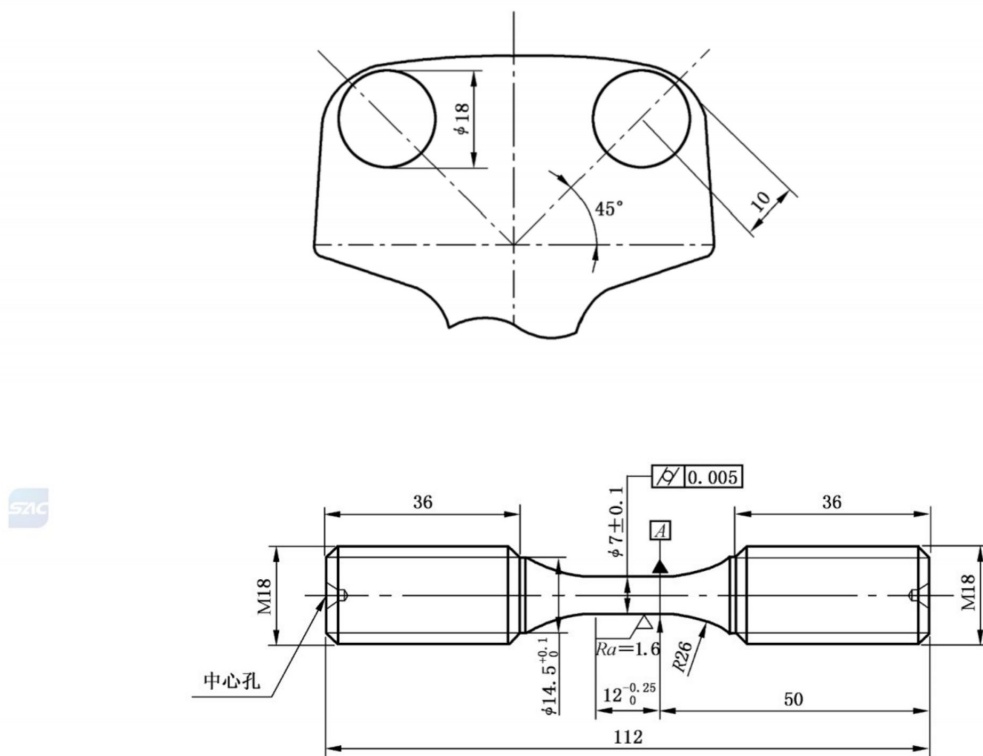
8.8 疲劳试验

按 GB/T 3075 的规定进行等幅疲劳试验,疲劳试验的取样部位及试样尺寸见图 7,半径 R26 应与标准尺寸直径相切(基准直径 A)不应有沟槽或台阶。每根钢轨上至少取 2 个试样,在下述条件下进行试验:

- a) 试验温度: $15 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$;

- b) 控制变量为轴向应变幅;
- c) 应变循环对称于初始零应变。

单位为毫米



注 1: 也可采用不加工螺纹的试样。

注 2: 在试样两端作识别标识。

图7 疲劳试样取样位置及尺寸

8.9 断裂韧性

从经过矫直的成品钢轨中取 3 根样轨,样轨应分别取自不同的炉号和不同的连铸流号。在每根样轨距轨端至少 3 000 mm 处取 5 个试样。试验方法应符合 GB/T 4161 和附录 E 的规定。

8.10 疲劳裂纹扩展速率

采用 3 点弯曲、单边缺口试样进行疲劳裂纹扩展试验,取样部位及试样尺寸见图 8。在每根样品轨上取至少 3 个试样,按以下条件进行试验:

- a) 试验温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 最小循环载荷/最大循环载荷之比 $R=0.5$;
- c) 3 点弯曲试样加载跨距为 $4W$ (见图 8);
- d) 循环加载频率为 $15\text{ Hz}\sim 40\text{ Hz}$;
- e) 试验环境: 实验室大气环境。

其他规定按 GB/T 6398。

单位为毫米

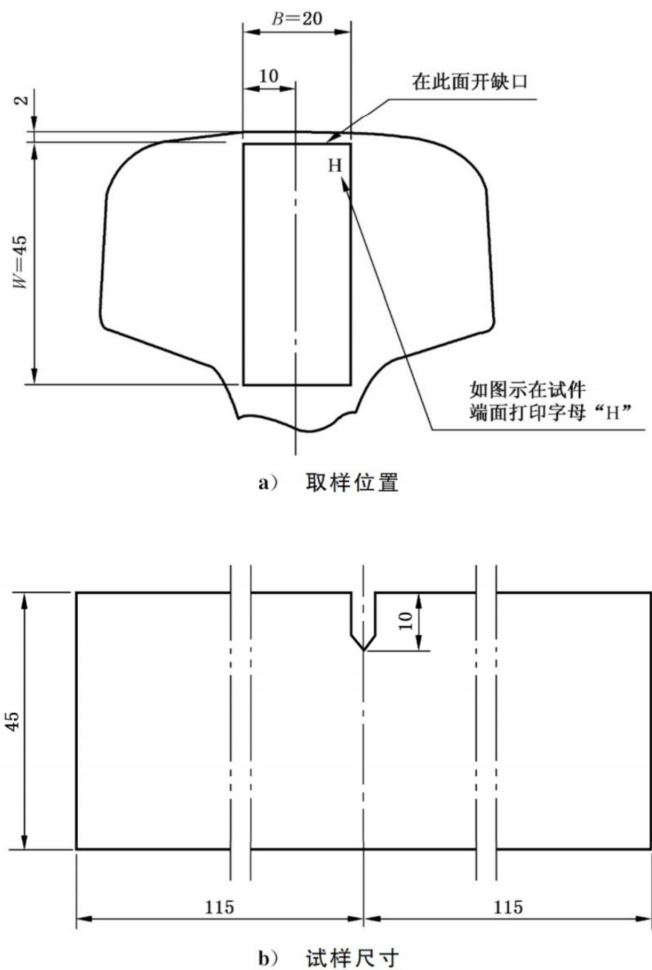


图8 断裂韧性和裂纹扩展速率试验试样尺寸和取样位置

9 检验规则

9.1 检查和验收

钢轨的检查和验收由供方质量检验部门负责。必要时需方有权按本标准规定进行抽检,具体检验项目由供需双方在订货时协商确定。

9.2 型式检验

9.2.1 在下列情况下应做型式检验:

- a) 新钢种首次生产或生产工艺、生产设备发生重大改变时;
- b) 正常生产每隔 5 年;
- c) 停产 6 个月以上时。

9.2.2 型式检验项目包括表 13 中所有检验项目。

9.2.3 型式检验时,同一牌号钢轨大断面钢轨型式检验可替代小断面钢轨型式检验;同一轨型钢轨,运营速度高的可替代运营速度低的钢轨,热处理钢轨可替代热轧钢轨。

9.2.4 50 kg/m 及以下的钢轨不做型式检验。

9.3 组批规则

钢轨应成批验收。每批由同一牌号、同一型号、若干炉钢水连续浇筑的钢坯轧制的钢轨组成。

9.4 复验与判定

9.4.1 化学成分

化学成分及氢含量不合格时不应复验。氧、氮元素不合格时,应对该批每炉钢进行复验,复验结果合格炉的钢轨可以验收,不合格炉的钢轨不应验收。

9.4.2 拉伸试验

当初验结果不合格时,同时应在同一炉另两支钢轨上各取一块复验样进行复验。其中一块复验样应取在与初验样同一铸流轧制的钢轨上,另一块复验样在其他铸流轧制的钢轨上取样。两块复验样的检验结果均符合本标准规定时,该炉钢轨应予验收。

如两块复验样的检验结果均不符合本标准规定,则应取样再验。即同一铸流钢轨两次检验结果均不合格时,则该铸流钢轨不应验收。如果一次检验不合格,则应对不合格钢轨所在铸流和其他流所轧制的钢轨上按照上述取样方法继续取样检验,直到合格为止。

9.4.3 脱碳层、非金属夹杂物

9.4.3.1 脱碳层

初验不合格时,应在同一批相邻的两支钢轨上各取一个试样进行复验。两个试样的检验结果均合格时,该批钢轨其余的钢轨可以验收。如果复验试验的结果不合格,可继续再相邻侧钢轨上取样再验,直至合格为止。两个复验试样之间的钢轨不应验收。

9.4.3.2 非金属夹杂物

初验不合格时,应在初验同一炉另两支钢轨上各取一个复验样进行复验。复验的两个样应分别取自初验样同一铸流和另一铸流轧制的钢轨上,两个复验样复验结果均合格,则整批钢轨合格。如果其中一个试样的检验结果不合格,则应对不合格钢轨所在铸流和其他铸流所轧制钢轨上继续取样检验,直到合格为止。如果同一铸流钢轨两次检验结果均不合格,则该铸流钢轨不应验收。

9.4.4 低倍

9.4.4.1 钢轨白点不应复验。

9.4.4.2 当低倍组织初验不符合本标准规定时,应在同一铸流初验取样部位的前后两侧,各取一个试样进行复验。这两个复验样中,至少有一个取自与初验样同一铸坯的钢轨上,两个复验位置之间钢轨不应验收。如果两个复验样的复验结果均符合要求,则该批其余的钢轨可以验收。如果有一个复验样不合格,可继续取样再验,直至合格为止。

9.4.4.3 当低倍组织缺陷难以辨认时,可在更高的放大倍率下作进一步检查。

9.4.5 显微组织

当检验结果不符合规定时,对在同一批中相邻的两支钢轨上取样复验。如果两个试样的试验结果均符合规定,则该批可以验收(除了初验不合格的钢轨外)。如果试样检验有一个结果不合格,则应继续在相邻钢轨上取样再验,直至合格为止。两次复验试样之间的钢轨不应验收。

9.5 数值修约

力学性能检验结果的修约按 GB/T 228.1 的规定进行,其他检验结果的数值修约按 YB/T 081 的规定进行。

10 标志及质量证明书

10.1 标志

10.1.1 在每根钢轨一侧的轨腰上至少每 4m 间隔应轧制出下列清晰、凸起的标志,字符高 20 mm~28 mm,凸起 0.3 mm~1.5 mm:

- a) 生产厂标志;
- b) 轨型;
- c) 钢牌号;
- d) 速度等级(运营速度不小于 200 km/h 等级的钢轨用“G”标记,运营速度小于 200 km/h 等级的钢轨不作标记);
- e) 制造年(轧制年度末两位)、月。

10.1.2 未达到运营速度大于或等于 200 km/h 要求,但满足运营速度小于 200 km/h 要求的钢轨可降为运营速度小于 200 km/h 钢轨使用,但应把钢轨两端各一处热轧标志“G”修磨去除。

10.1.3 在每根钢轨另一侧轨腰上,距轨端不小于 0.6 m、间隔不大于 15 m,采用热压印机(不应冷压印)按顺序压上下列清晰的标志,压印的字符应具有平直或圆弧形表面,字符高 10 mm~16 mm,深 0.3 mm~1.5 mm,宽 1 mm~1.5 mm,侧面应倾斜,字母和数字应与竖直方向成 10°角且具有圆弧拐角,热压印标记由以下 13 位数字和字母组成:

- 第 1 位:钢厂特征符号,由 1 位英文大写字母组成,如:P 表示攀钢;A 表示鞍钢;B 表示包钢;W 表示武钢;H 表示邯钢;
- 第 2~3 位,表示炼钢年份,由 2 位阿拉伯数字组成,如:09 表示 2009 年;10 表示 2010 年,依次类推;
- 第 4~9 位,表示转炉流水号,由 6 位阿拉伯数字组成,由钢厂自编;
- 第 10 位,表示连铸流号,由 1 位阿拉伯数字组成,5 流连铸机为 1~5,6 流连铸机为 1~6;
- 第 11~12 位,表示连铸坯号,由 2 位阿拉伯数字组成;
- 第 13 位,钢轨顺序号,由 1 位英文大写字母组成:A、B、C、D。

10.1.4 若热打印的标记漏打或有变动,则应在轨腰上喷标,小于或等于 25 m 的钢轨至少喷 2 处;100 m 钢轨每 25 m 至少喷 1 处。

10.1.5 钢轨精整后,在钢轨一个端面头部贴上标签,标签中所填写的内容应包括标准号、轨型、钢牌号、速度等级、炉号、长度等。标签条码应包含钢轨热压印标志的完整信息。

10.1.6 无标志或标志不清无法辨认时,不应出厂。

10.1.7 同一钢轨生产厂家采用不同万能线生产的钢轨,应能通过不同的热轧标志或热打印标记进行区分。

10.2 质量证明书

交货钢轨应附有供方质量检验部门开具的质量证明书,质量证明书内容应包括:

- a) 制造厂名称;
- b) 需方名称;
- c) 轨型(无孔或有孔);

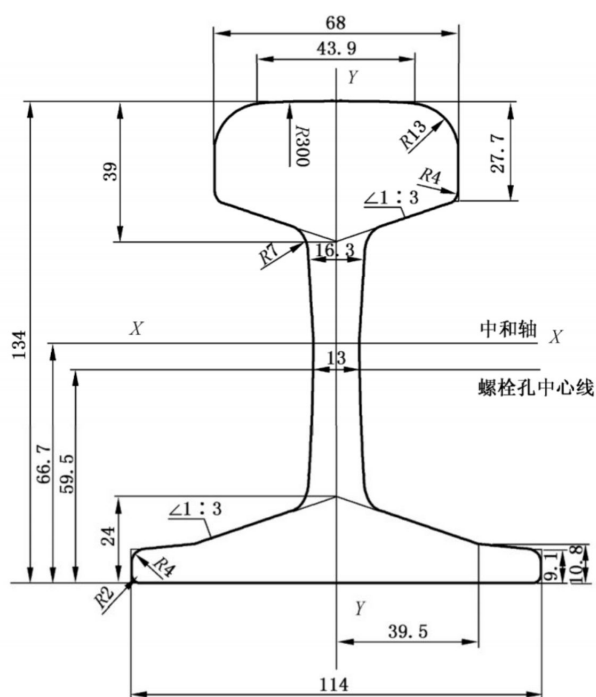
- d) 合同号；
- e) 本标准编号；
- f) 牌号及速度等级；
- g) 数量、长度(定尺、短尺)；
- h) 炉号；
- i) 本标准规定的各项检验结果；
- j) 出厂日期。

附 录 A
(规范性附录)
钢轨断面型式尺寸图

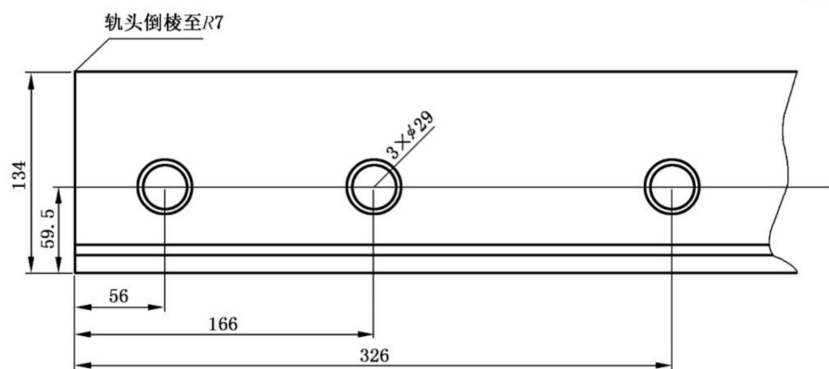
A.1 38 kg/m、43 kg/m、50 kg/m、60 kg/m、75 kg/m 钢轨简称 38、43、50、60、75 钢轨；60 kg/m、75 kg/m 新轨头廓形钢轨简称 60 N、75 N 钢轨。

A.2 38、43、50、60、60 N、75、75 N 钢轨的型式尺寸及断面过渡尺寸分别见图 A.1~图 A.14。钢轨计算数据见表 A.1,钢轨的理论质量和金属分配见表 A.2。

单位为毫米



a) 38 钢轨断面图



b) 38 钢轨螺栓孔布置图

图 A.1 38 钢轨形式尺寸

单位为毫米

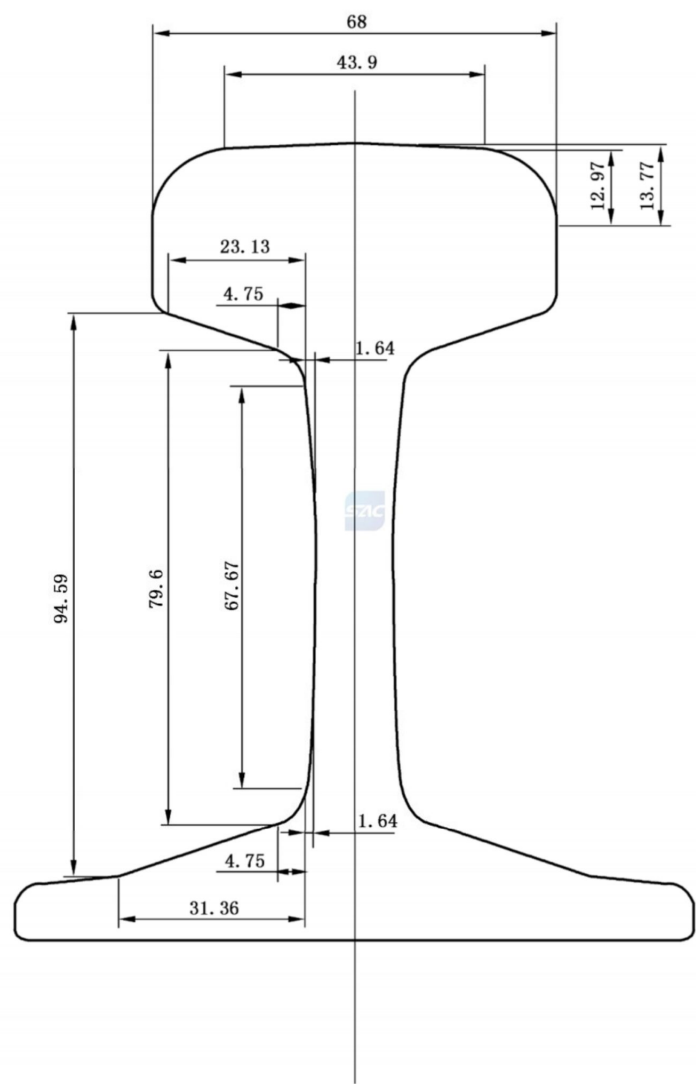
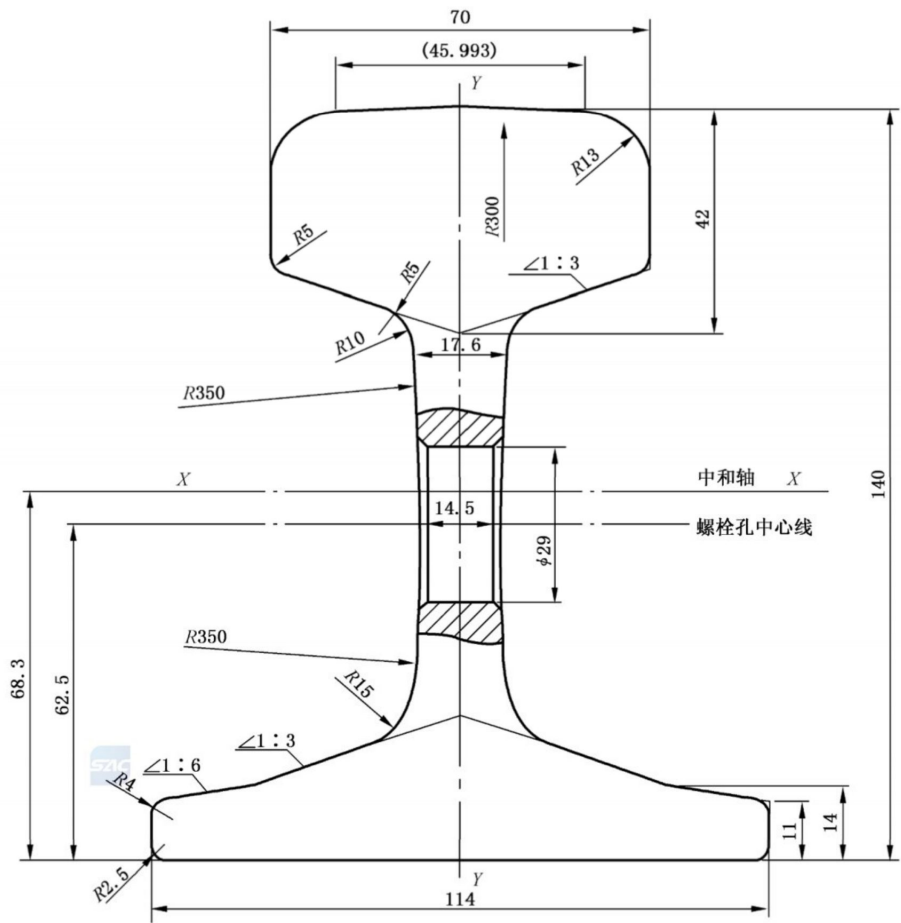
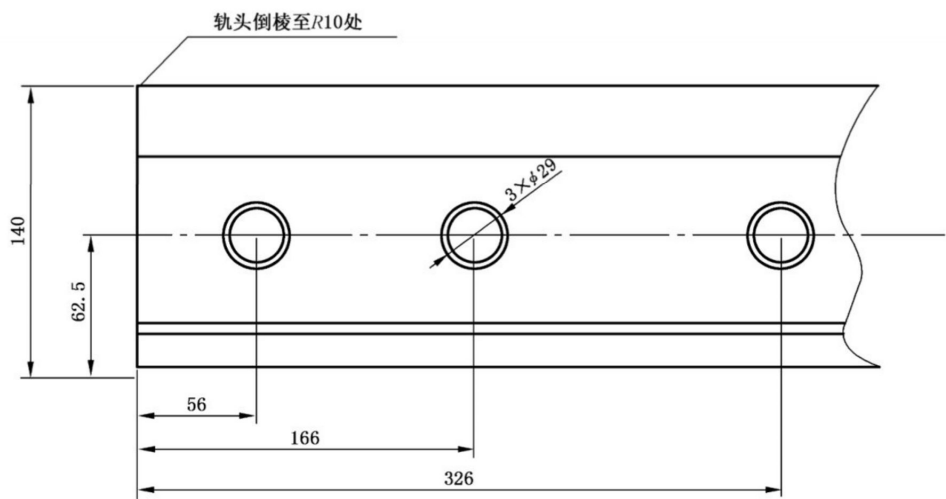


图 A.2 38 钢轨断面过渡尺寸

单位为毫米



a) 43 钢轨断面图



b) 43 钢轨螺栓孔布置图

图 A.3 43 钢轨断面图

单位为毫米

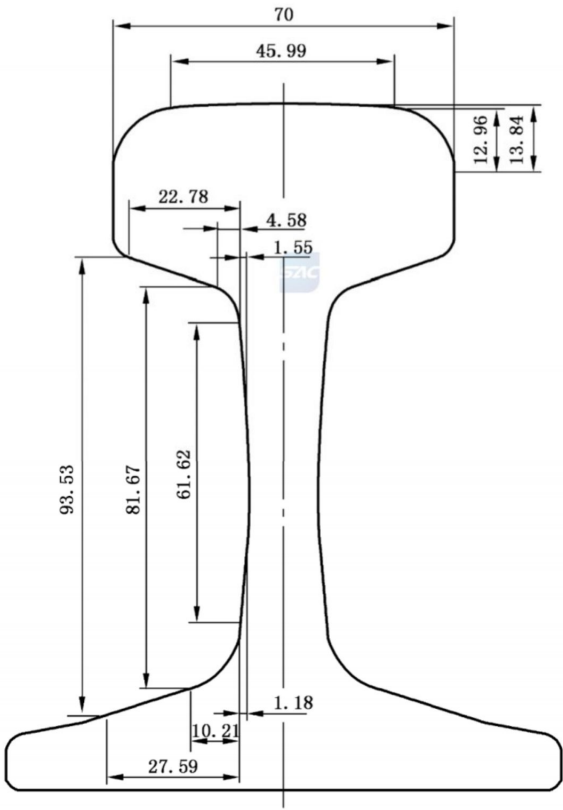
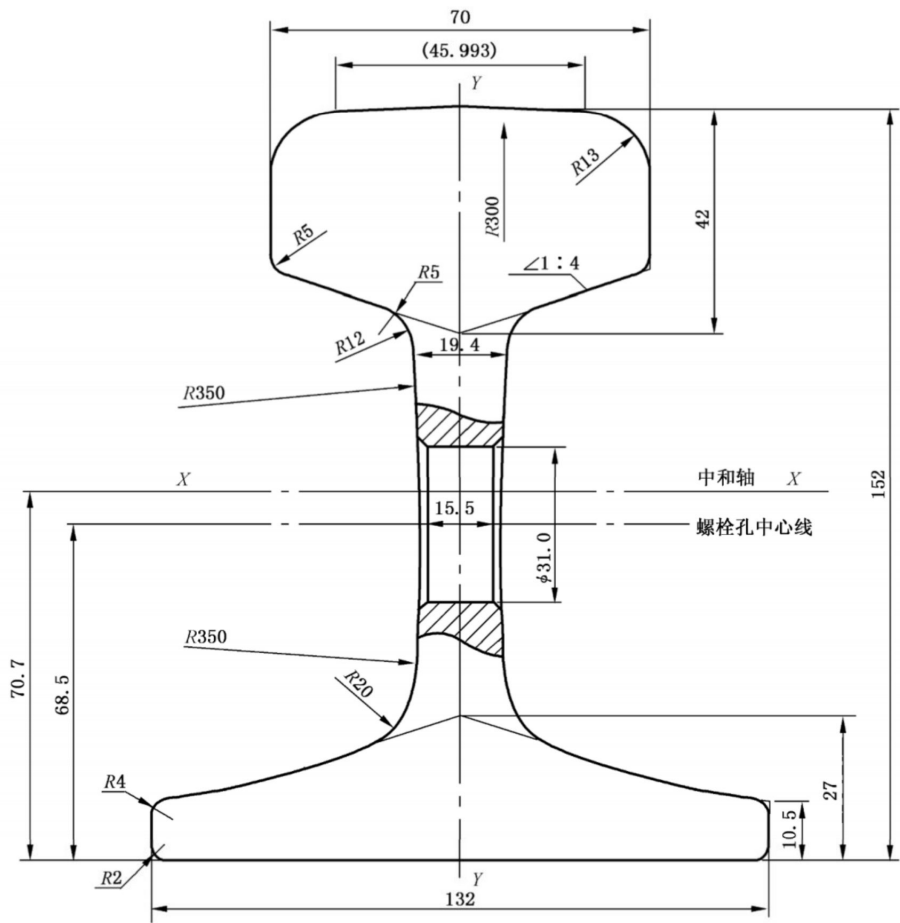
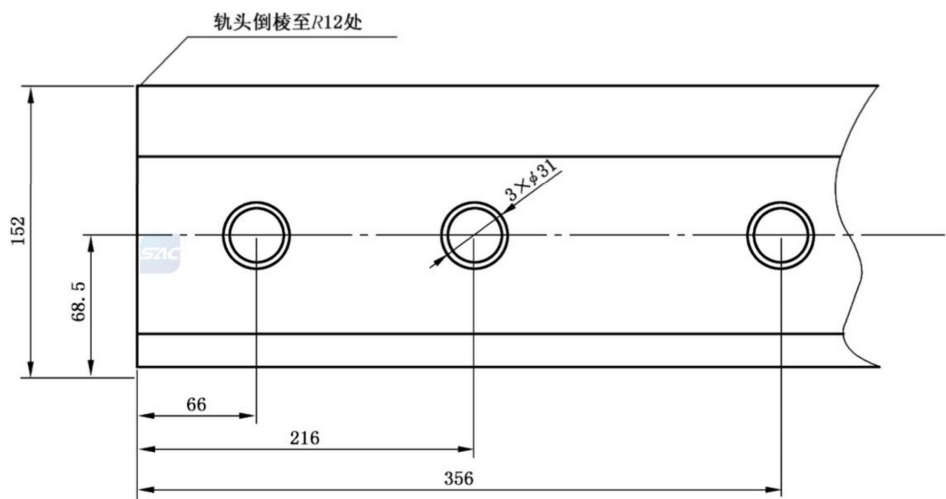


图 A.4 43 钢轨断面过渡尺寸

单位为毫米



a) 50 钢轨断面图



b) 50 钢轨螺栓孔布置图

图 A.5 50 钢轨型式尺寸

单位为毫米

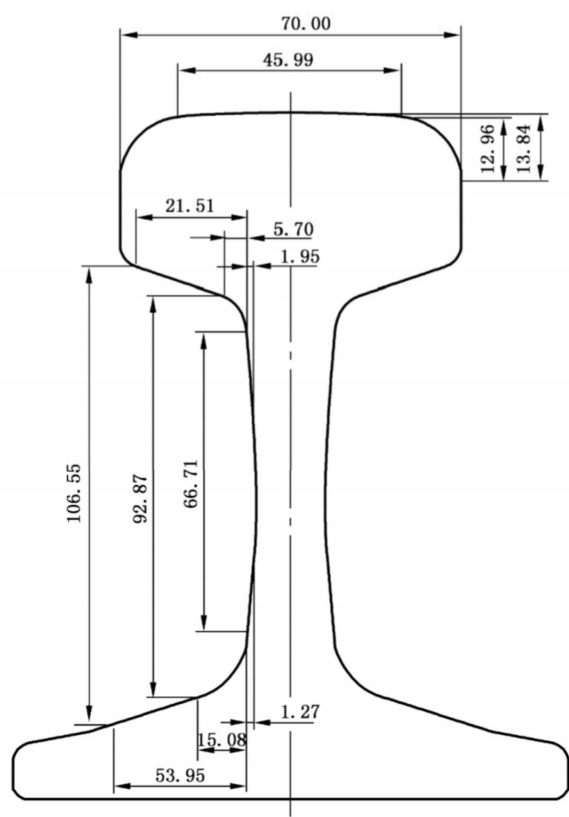


图 A.6 50 钢轨断面过渡尺寸

单位为毫米

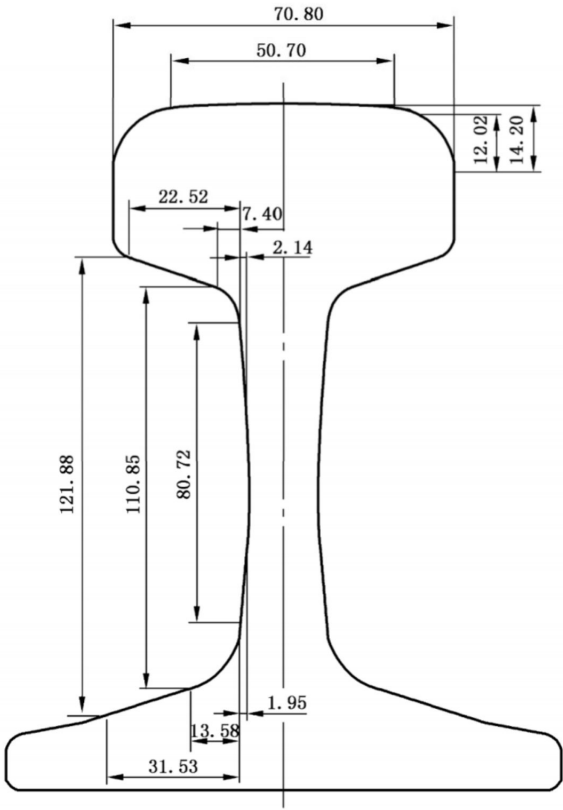


图 A.8 60 钢轨断面过渡尺寸

单位为毫米

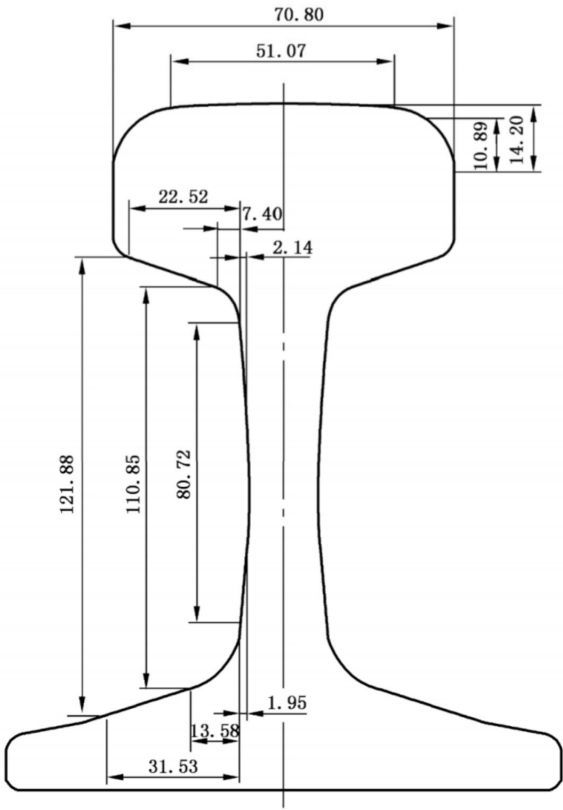
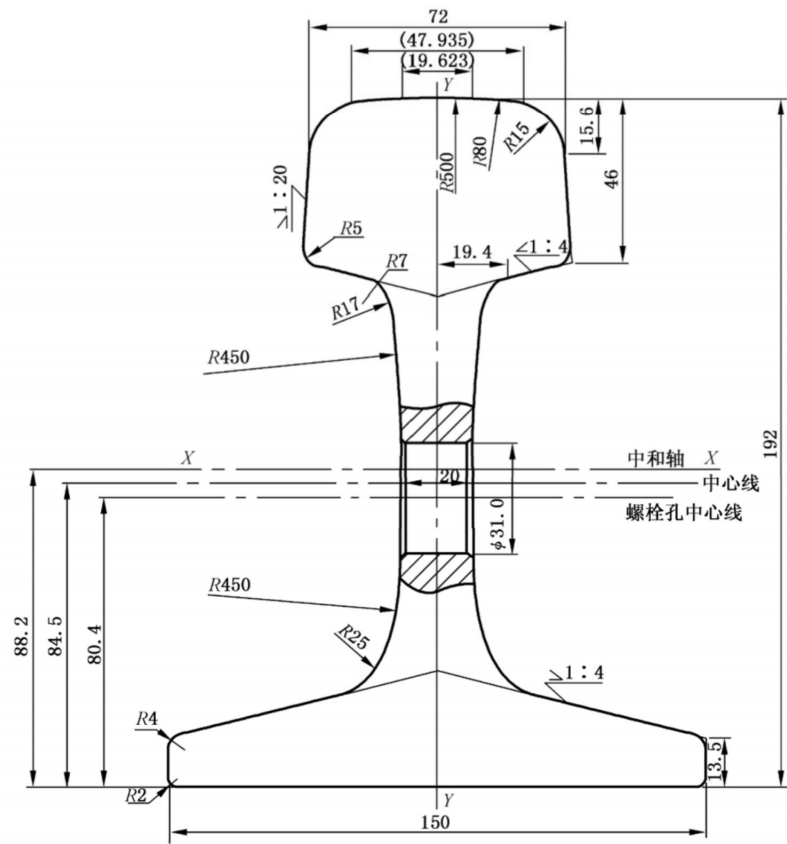


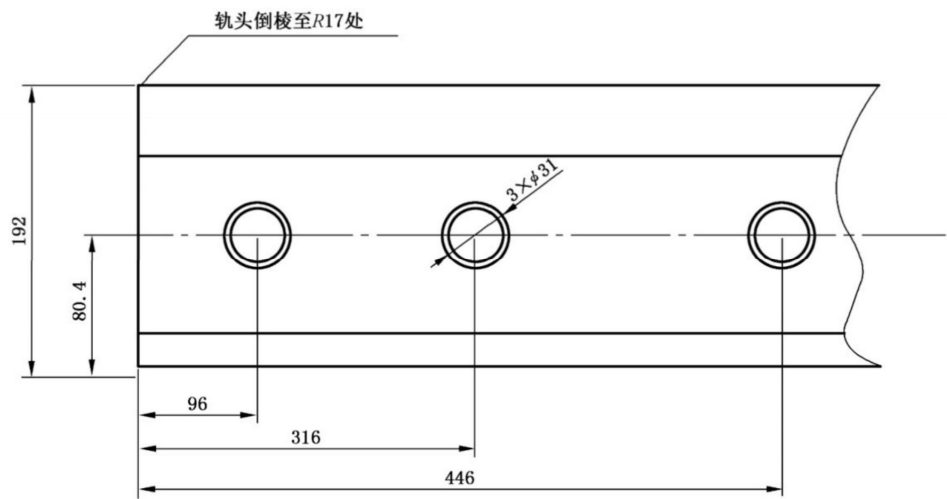
图 A.10 60 N 钢轨断面过渡尺寸



单位为毫米



a) 75 钢轨断面图



b) 75 钢轨螺栓孔布置图

图 A.11 75 钢轨型式尺寸



单位为毫米

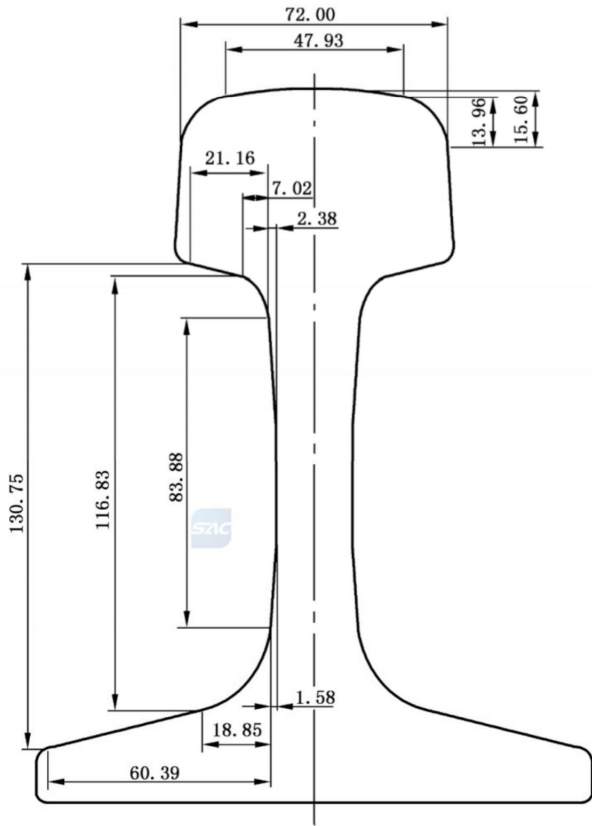


图 A.12 75 钢轨断面过渡尺寸

单位为毫米

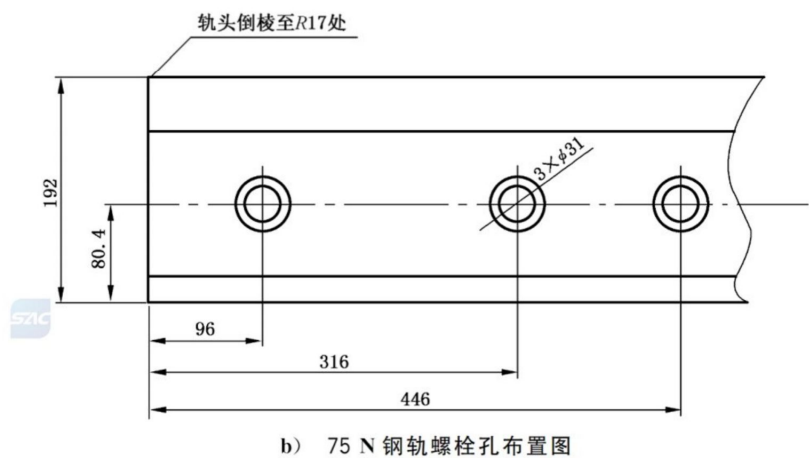
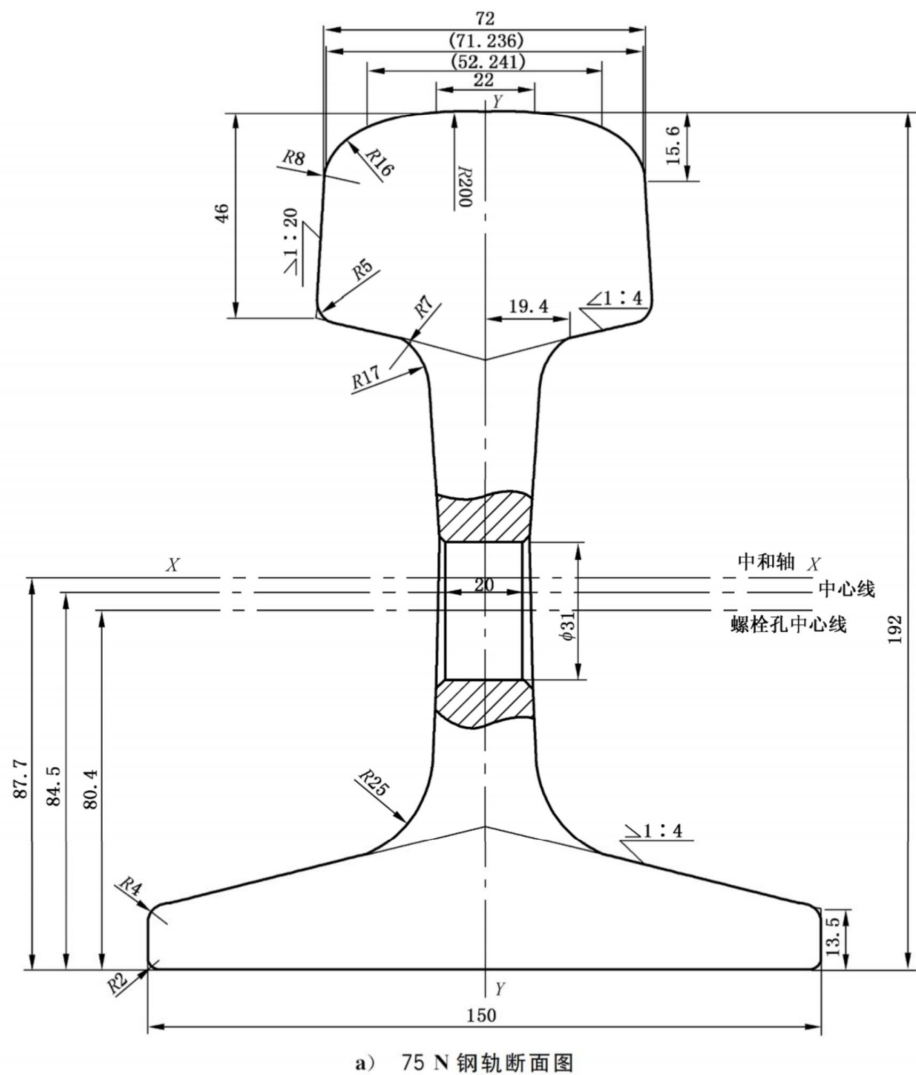


图 A.13 75 N 钢轨型式尺寸

单位为毫米

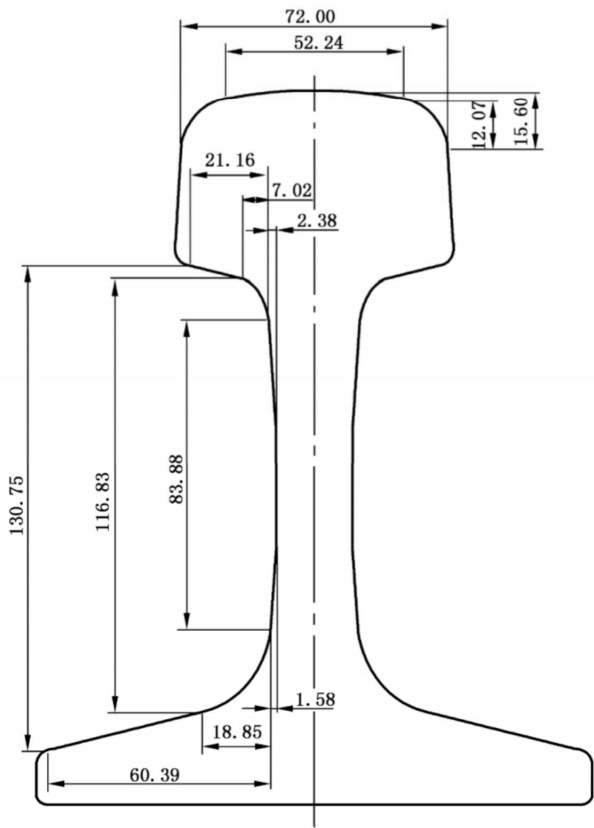


图 A.14 75 N 钢轨断面过渡尺寸



表 A.1 钢轨计算数据

项 目	钢 轨 轨 型						
	38	43	50	60	60N	75	75N
横 断 面 积/cm ²	49.5	56.77	65.55	77.40	77.01	95.04	94.58
重 心 距 轨 底 距 离/cm	6.67	6.83	7.07	8.12	8.07	8.82	8.77
重 心 距 轨 头 距 离/cm	6.73	7.17	8.13	9.48	9.53	10.38	10.43
对 水 平 轴 线 的 惯 性 力 矩/cm ⁴	1 204.4	1 479.6	2 025.4	3 215.2	3 182.6	4 489.0	4 449.0
对 垂 直 轴 线 的 惯 性 力 矩/cm ⁴	209.3	257.2	374.2	523.5	520.6	665.0	661.4
下 部 断 面 系 数/cm ³	180.6	216.6	286.5	396.0	394.259 8	509.0	507.4
上 部 断 面 系 数/cm ³	178.9	206.4	249.1	339.1	334.348 4	432.0	426.5
底 侧 边 断 面 系 数/cm ³	36.7	45.1	56.7	69.8	69.494 67	89.0	88.2

表 A.2 钢轨的理论质量及金属分配

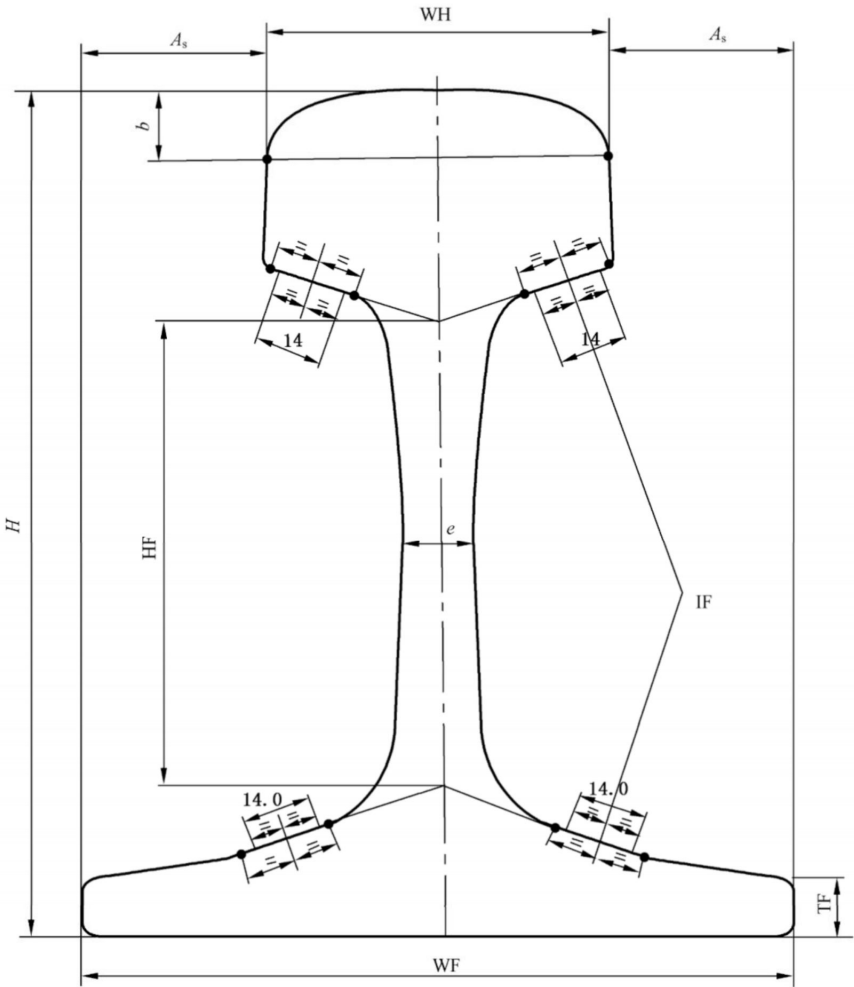
项 目		钢轨轨型						
		38	43	50	60	60N	75	75N
每米理论重量/(kg/m)		38.73	44.56	51.46	60.76	60.45	74.60	74.25
钢轨的金属分配 (各部分占总面积 的百分比)/%	轨头	43.68	42.65	38.48	37.43	37.11	37.42	37.16
	轨腰	21.63	21.38	23.83	25.31	25.44	26.54	26.61
	轨底	34.69	35.97	37.69	37.26	37.45	36.04	36.23
注：钢轨理论重量按钢的密度为 7.85 g/cm ³ 计算。								



附录 B
(规范性附录)
钢轨尺寸检查样板图

B.1 公差数据基准见图 B.1。

单位为毫米



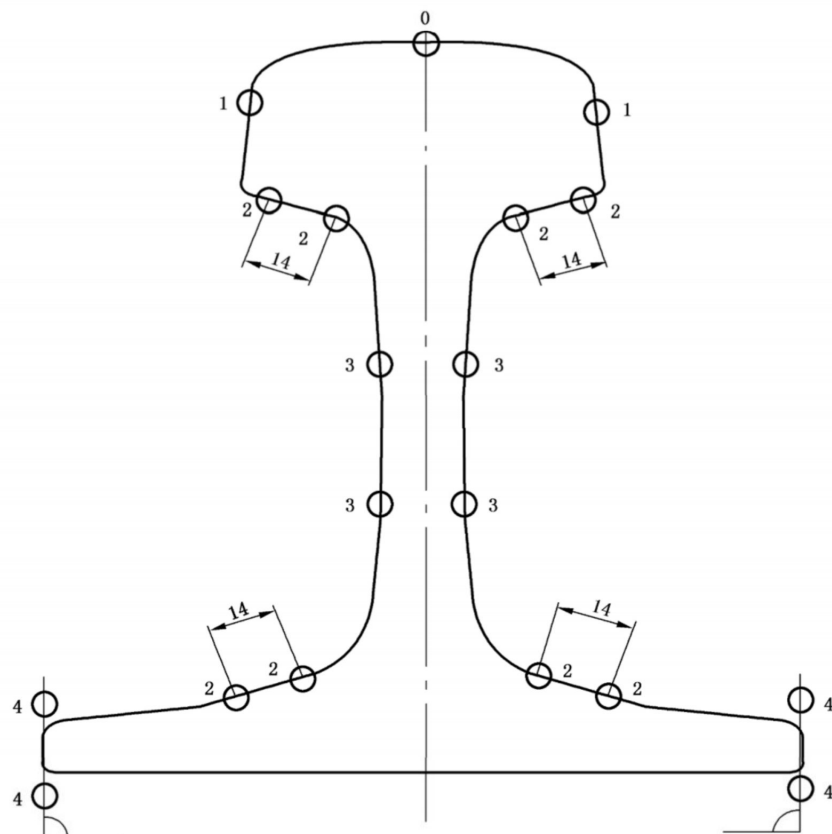
说明：
 A_s —— 断面不对称；
 b —— 钢轨轨顶到踏面圆弧与轨头侧面斜线交点的垂直距离。

图 B.1 公差数据基准



B.2 样板判定数据基准见图 B.2。

单位为毫米



说明:

- 0——高度,负(不通过),正(通过),见图 B.8; 轨冠饱满度,负(通过),正(应触及),见图 B.13;
- 1——轨头宽度,负(不通过),正(应触及),见图 B.3;
- 1——钢轨不对称,负(不通过),正(应触及),见图 B.4a)、B.4b);
- 2——接头夹板安装斜度,见图 B.5;
- 3——接头夹板安装高度,负(不通过),正(应触及),见图 B.5;
- 3——轨腰厚度,负(不通过),正(应触及),见图 B.6;
- 4——轨底宽度,负(不通过),正(应触及),见图 B.9。

图 B.2 样板判定数据基准

B.3 轨头宽度见图 B.3。

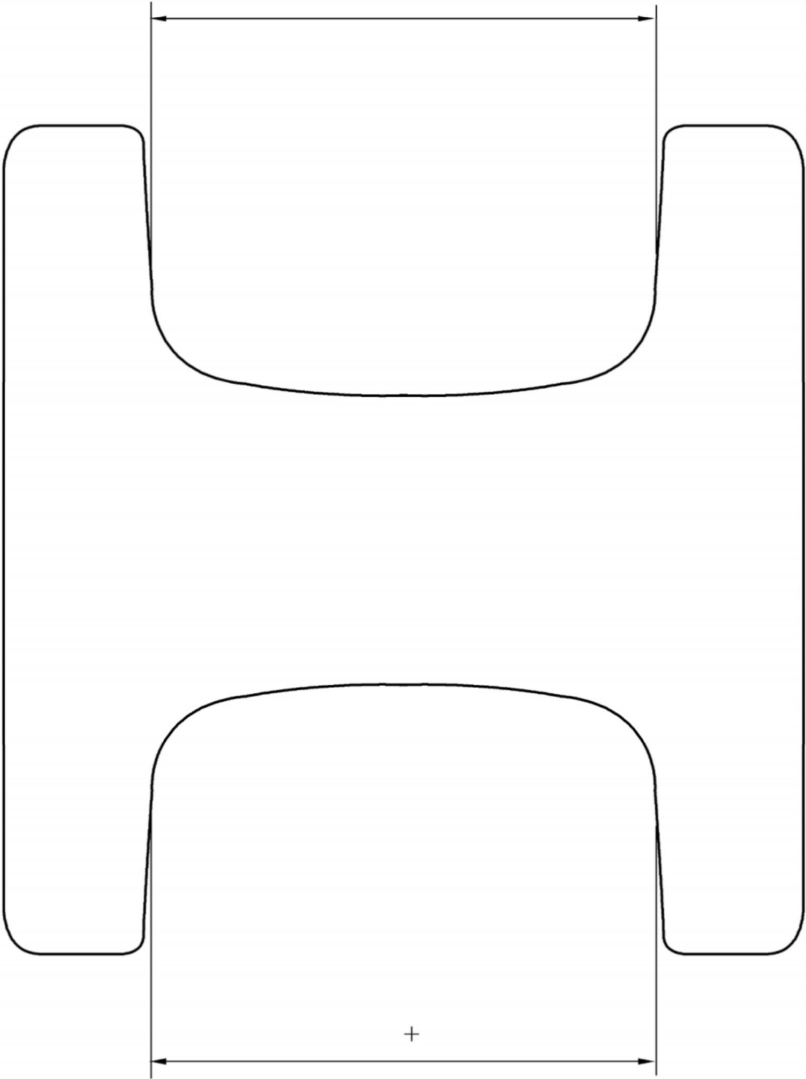


图 B.3 轨头宽度

B.4 钢轨断面不对称见图 B.4。

单位为毫米

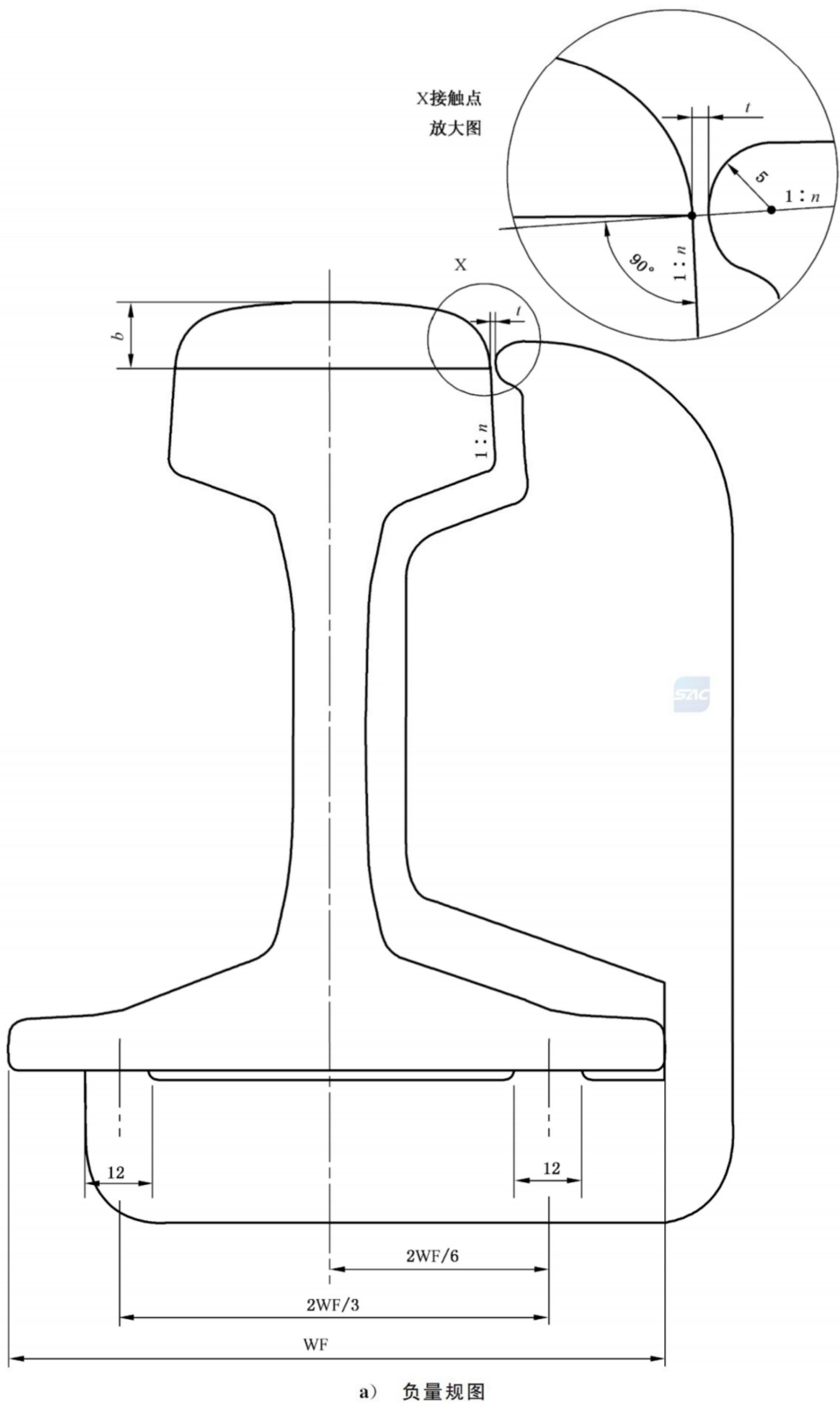
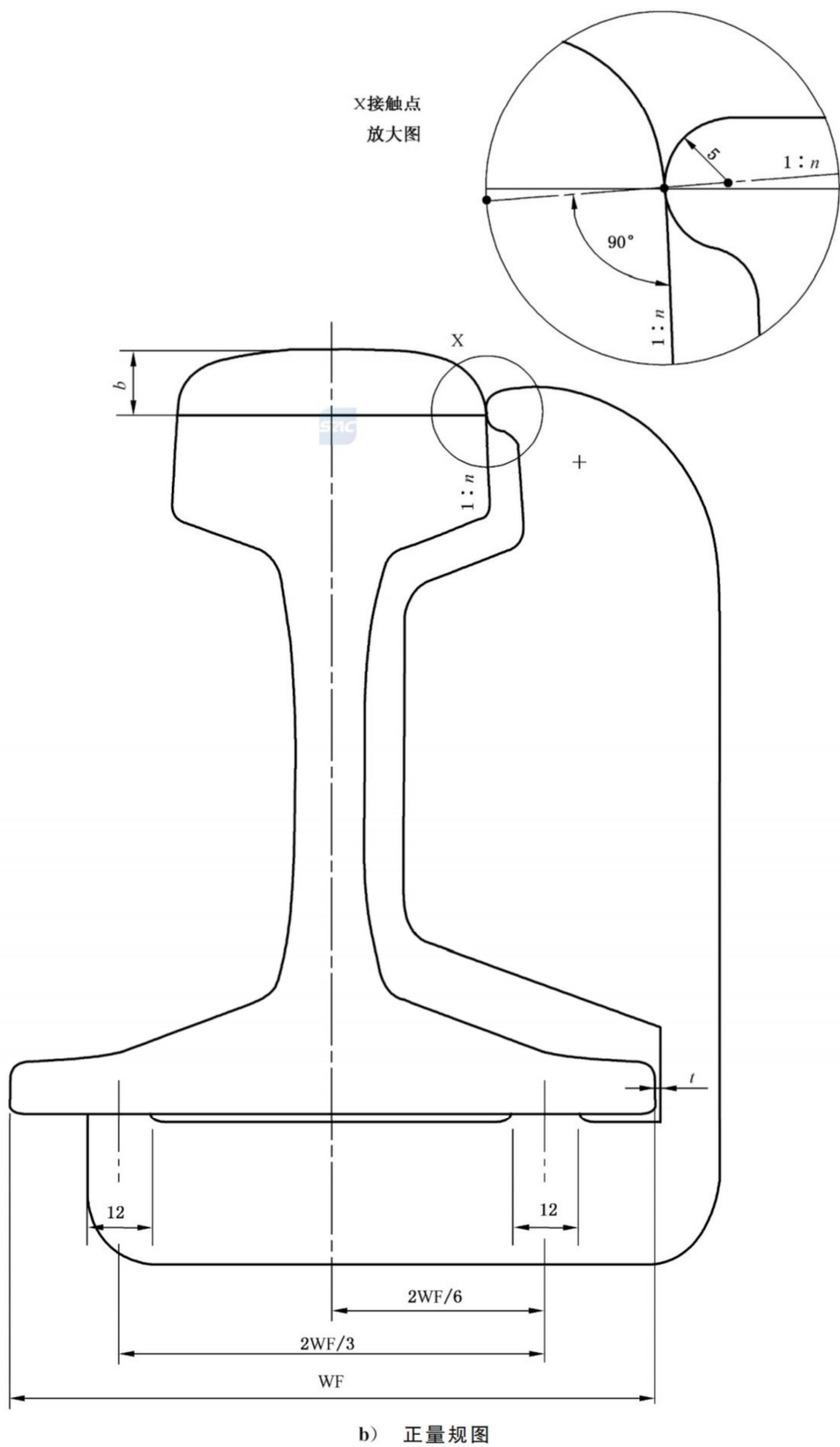


图 B.4 钢轨断面不对称

单位为毫米

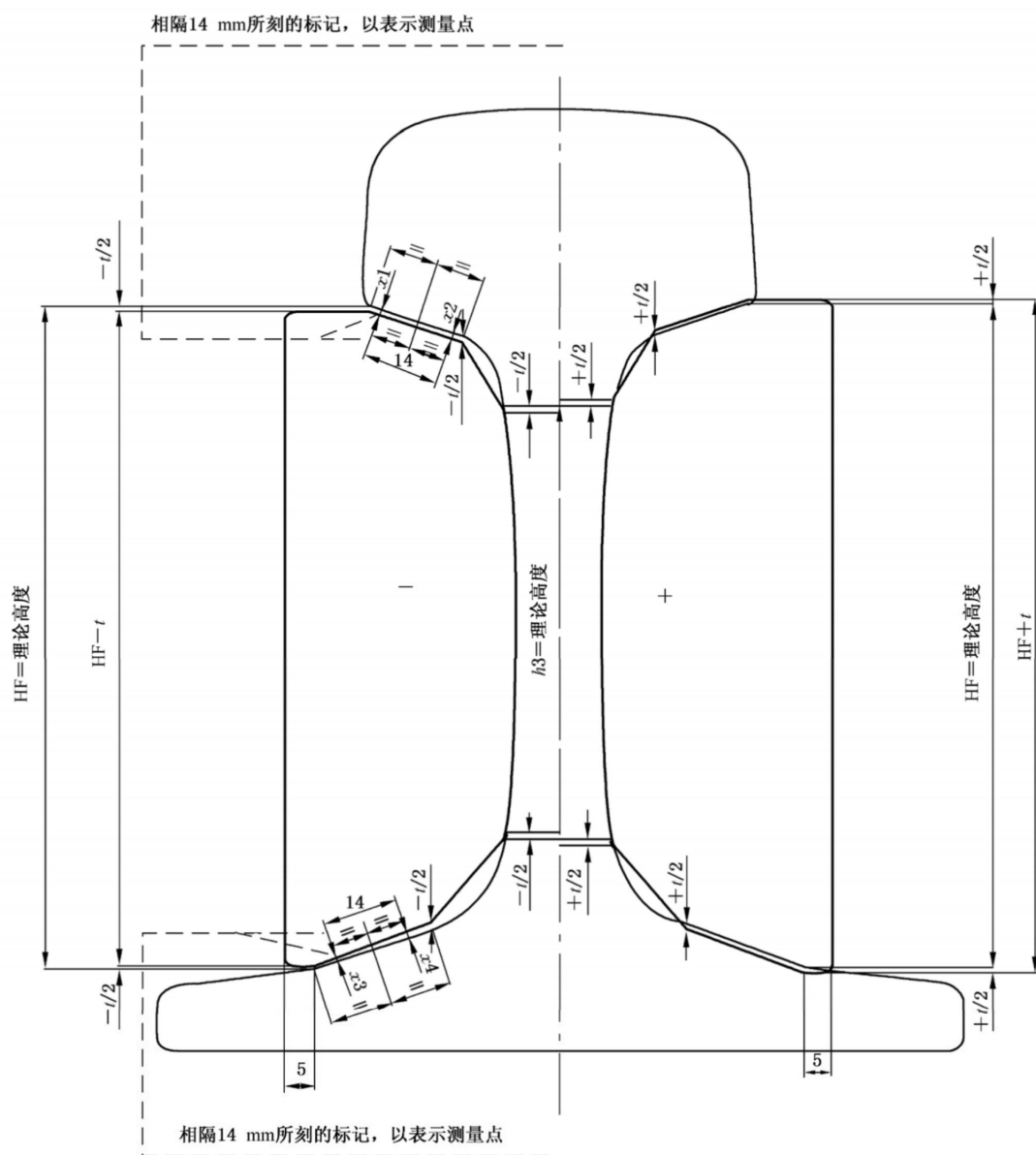


说明：
 b ——钢轨轨顶到踏面圆弧与轨头侧面斜线交点的垂直距离；
 t ——不对称值。

图 B.4 (续)

B.5 接头夹板安装高度和安装面斜度见图 B.5。

单位为毫米



说明:

x_1, x_2, x_3, x_4 ——用塞规测得的钢轨和量规之间的距离;

t —公差。

图 B.5 接头夹板安装高度和安装面斜度

B.6 轨腰厚度见图 B.6。

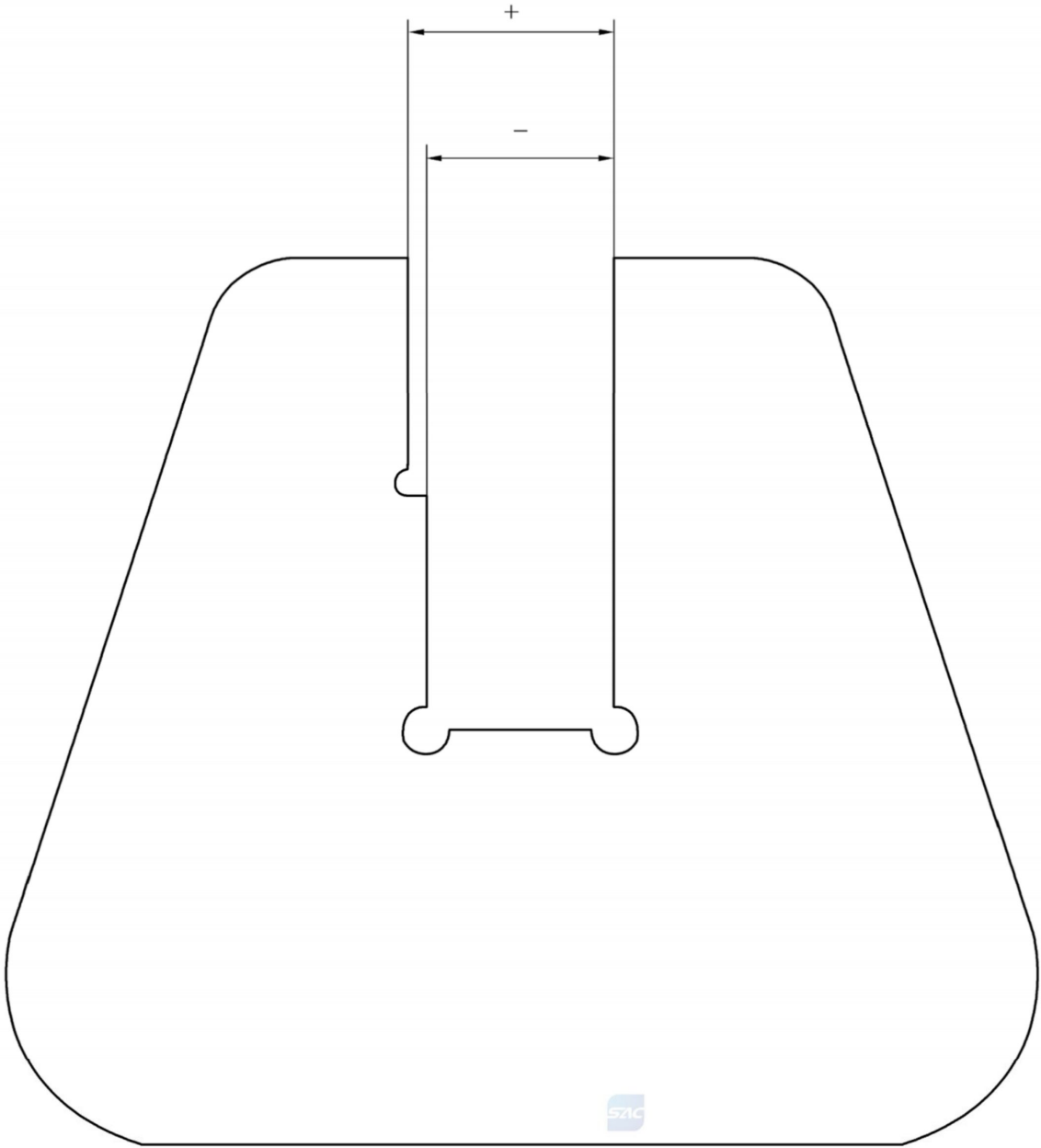
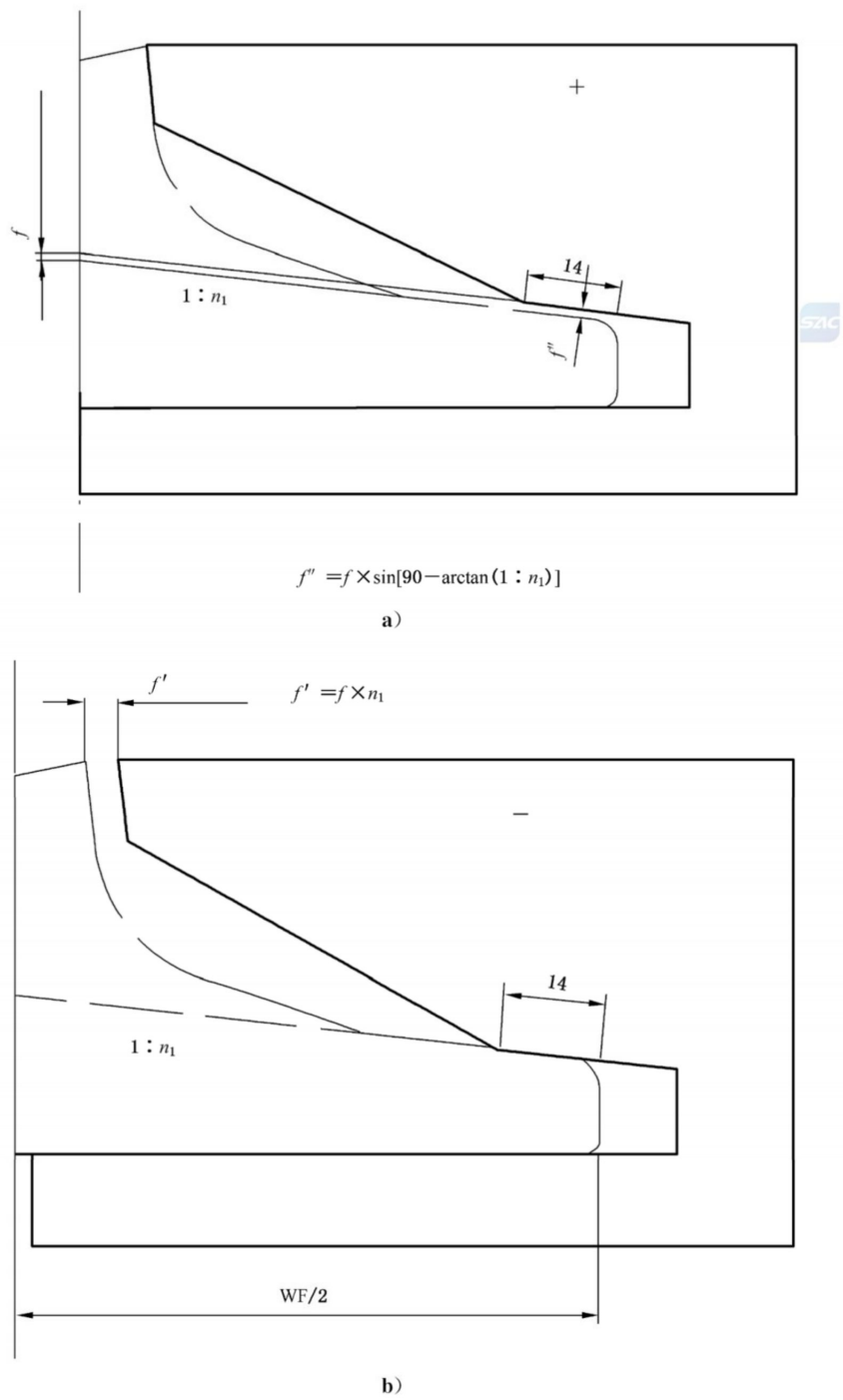


图 B.6 轨腰厚度

B.7 轨底边缘厚度见图 B.7。

单位为毫米



说明：
WF —— 轨底宽度；
 f 、 f' —— 间隙。

图 B.7 轨底边缘厚度

B.8 钢轨高度见图 B.8。

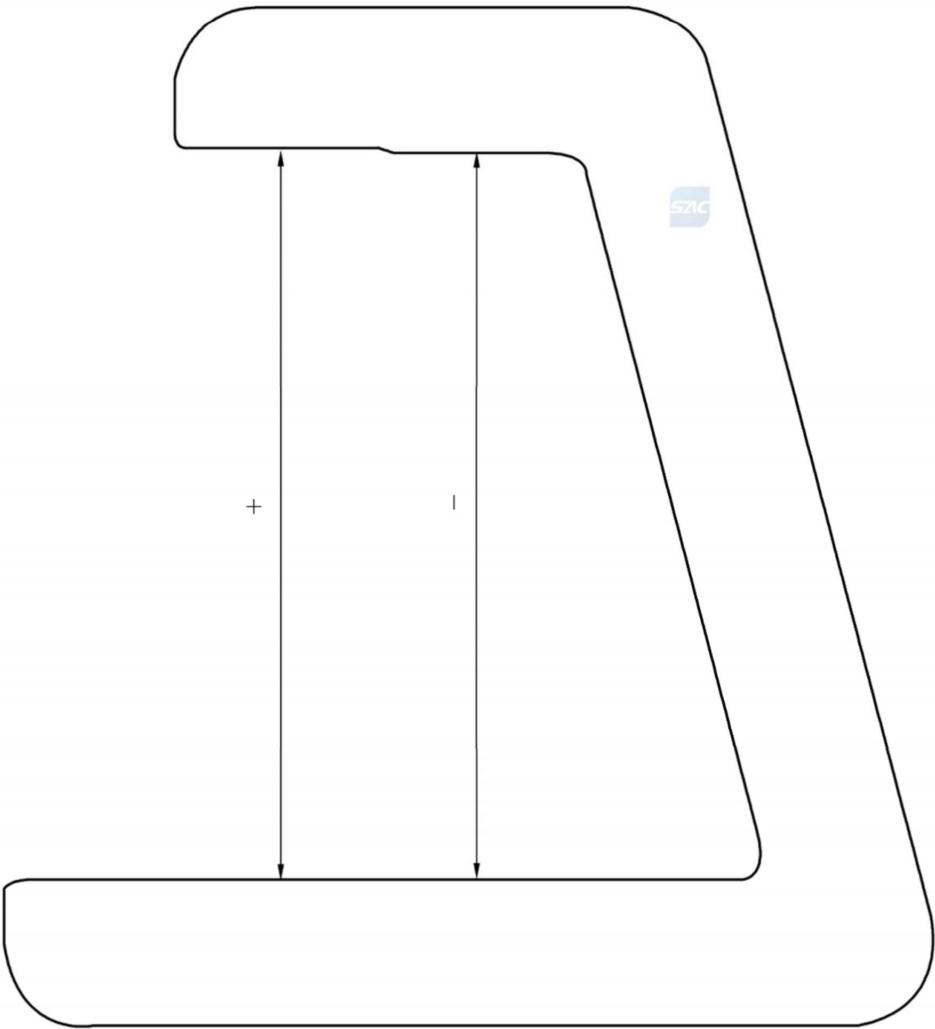


图 B.8 钢轨高度

B.9 轨底宽度见图 B.9。

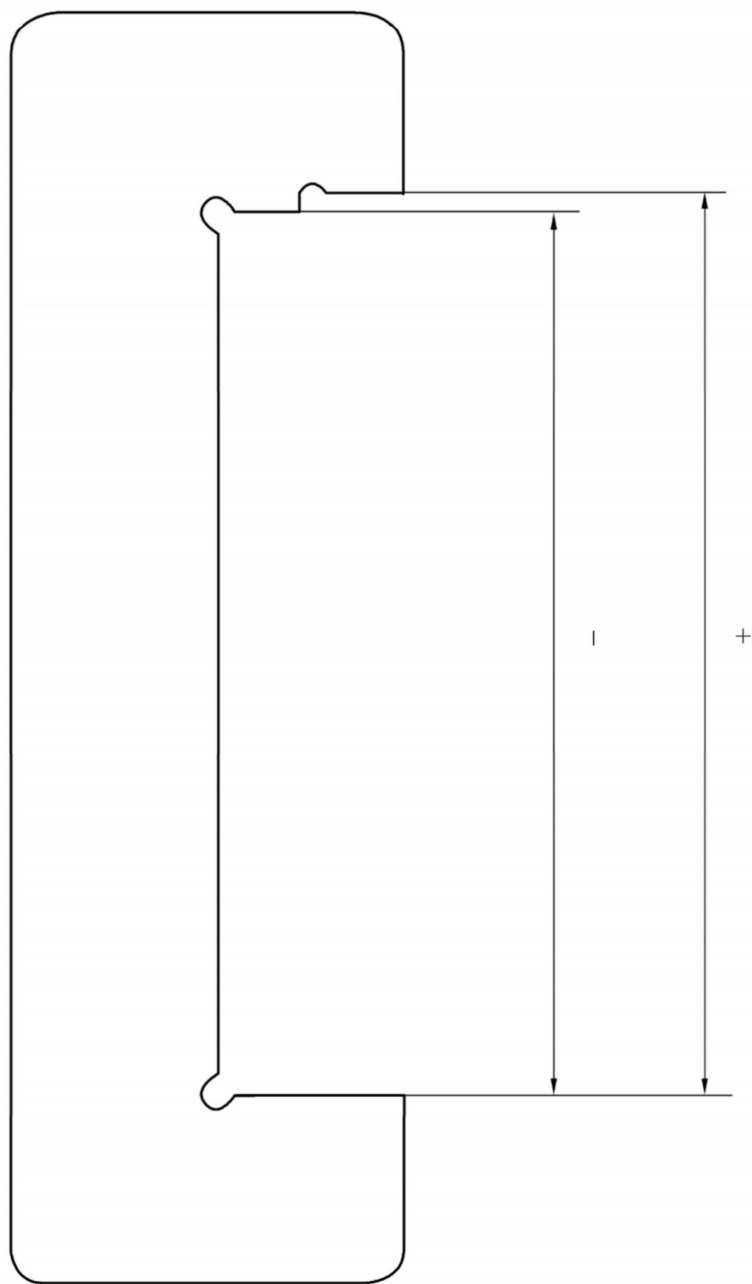
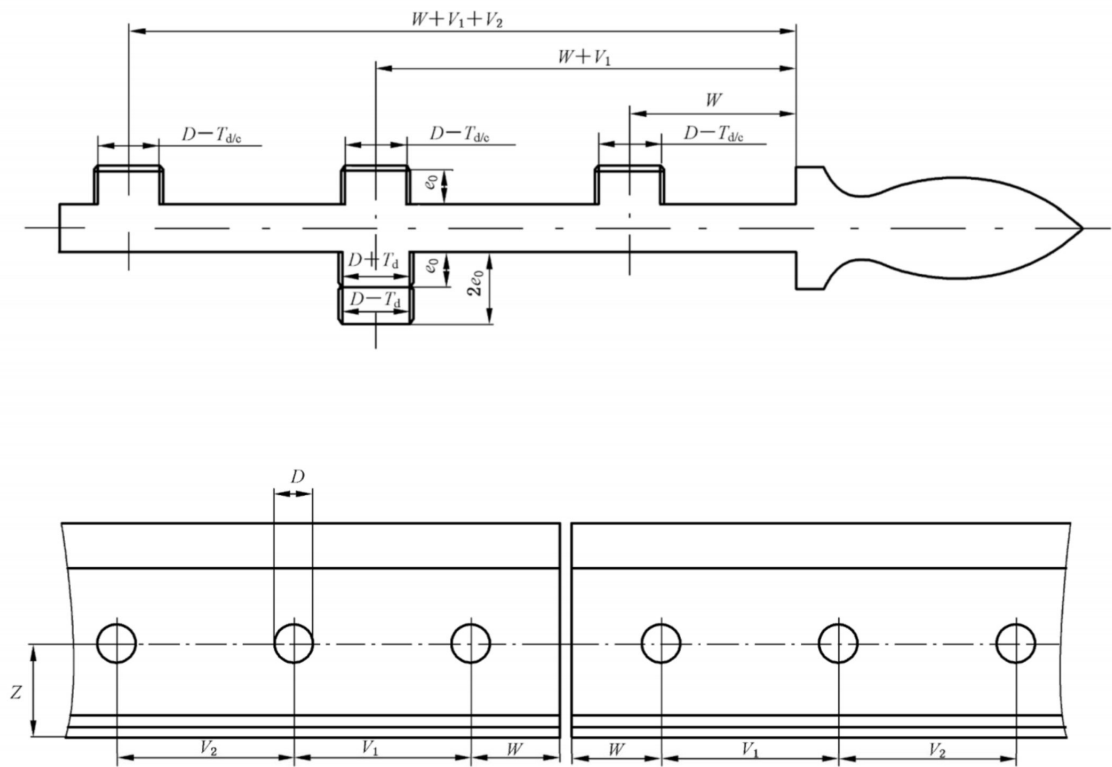


图 B.9 轨底宽度

B.10 螺栓孔的直径和螺栓孔到轨端间的距离见图 B.10。

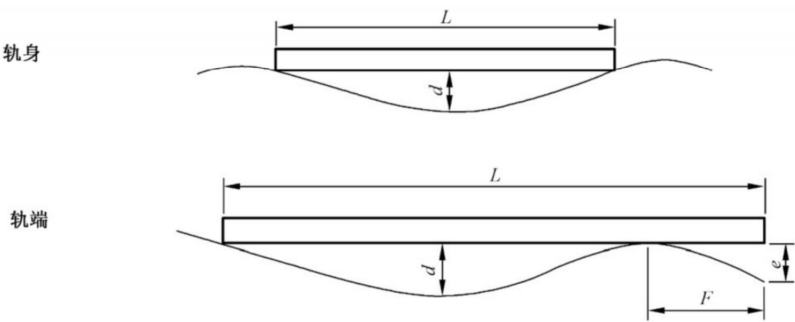


说明：

- e_0 —— 轨腰厚度；
- T_d —— 螺栓孔直径允许偏差；
- $T_{d/c}$ —— 螺栓孔直径和位置综合允许偏差；
- D —— 螺栓孔直径；
- W —— 第一个螺栓孔中心线与轨端的距离；
- V_1 —— 第一个螺栓孔和第二个螺栓孔中心线的距离；
- V_2 —— 第二个螺栓孔和第三个螺栓孔中心线的距离；
- Z —— 螺栓孔中心与轨底面之间的距离。

图 B.10 螺栓孔的直径和螺栓孔到轨端间的距离

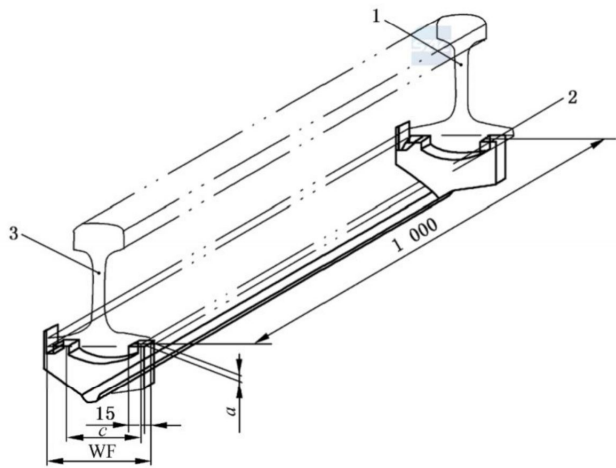
B.11 钢轨平直度测量方法示意图见图 B.11,钢轨端部扭转测量方法示意图见图 B.12。



说明：
 L ——测量尺长度；
 d ——允许公差；
 e ——允许公差；
 F ——低头部分长度。
注：当 $e \geq 0$ 时, $F \geq 0.6$ m。

图 B.11 钢轨平直度测量方法示意图

单位为毫米

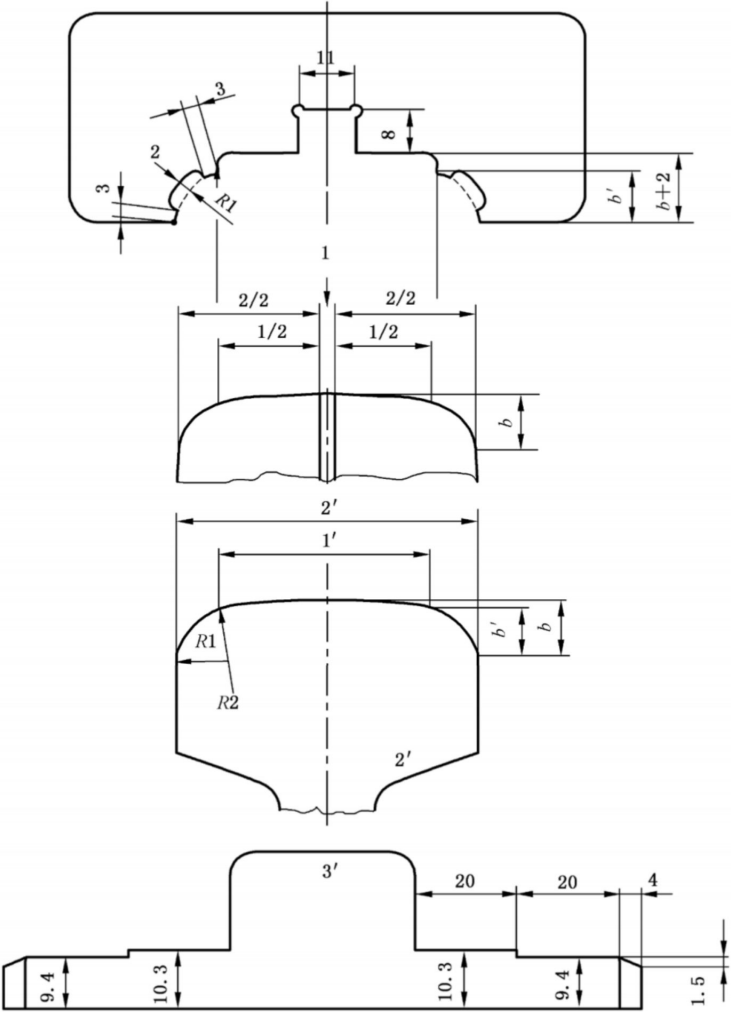


说明：
1 ——距离钢轨端面 1 m 的横断面；
2 ——量规(扭曲尺)；
3 ——轨端横断面；
 a ——扭曲；
WF——轨底宽度；
 c ——扭转尺触点间距离。
注：当 $WF \geq 150$ mm 时, $c = 130$ mm；当 130 mm \leq WF < 150 mm 时, $c = 110$ mm。

图 B.12 钢轨端部扭转测量方法示意图

B.12 轨冠饱满度见图 B.13。

单位为毫米



说明：
 b ——钢轨轨顶到踏面圆弧与轨头侧面斜线交点的垂直距离；
 b' ——踏面圆弧 $R1$ 两端点垂直距离；
 $1'$ ——轨头宽度正公差；
 $2'$ ——轨头理论轮廓；
 $3'$ ——楔块厚度 10 mm。

图 B.13 轨冠饱满度

附 录 C
(规范性附录)
钢轨低倍组织评级图

C.1 钢轨断面分成轨头、轨腰、轨底三部分，钢轨横断面分区图见图 C.1。

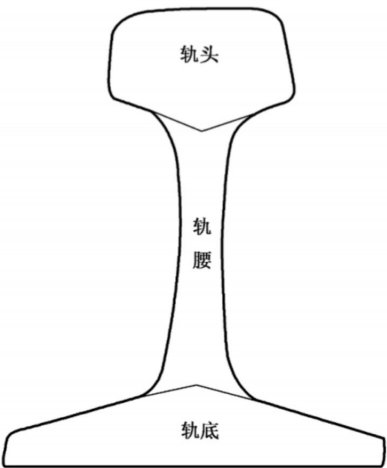


图 C.1 钢轨横断面分区图

C.2 低倍组织不合格条件见表 C.1。

表 C.1 低倍组织不合格条件

图 号	不 合 格 条 件
图 C.2	白点
图 C.3	任何尺寸的缩孔
图 C.4	延伸至轨头的中心轨腰条纹
图 C.5	延伸至轨底的中心轨腰条纹
图 C.6	长度超过 64 mm 的条纹
图 C.7	从轨腰延伸到轨头和轨底的分散分布的中心轨腰条纹
图 C.8	延伸至轨头或轨底超过 25 mm 的分散分布的偏析
图 C.9	皮下气孔
图 C.10	宽度大于 6 mm 并延伸到轨头或轨底内 13 mm 以上的正偏析或负偏析
图 C.11	由放射状条纹、裂纹、中间裂纹以及转折裂纹发展的轨头大于 3 mm 的条纹
图 C.12	引起钢轨早期失效的其他缺陷(如炉渣、耐火材料)



图 C.2 白点



图 C.3 任何尺寸的缩孔



图 C.4 延伸至轨头的中心轨腰条纹



图 C.5 延伸至轨底的中心轨腰条纹



图 C.6 长度超过 64 mm 的条纹



图 C.7 从轨腰延伸到轨头和轨底的分散分布的中心轨腰条纹



图 C.8 延伸至轨头或轨底超过 25 mm 的分散分布的偏析

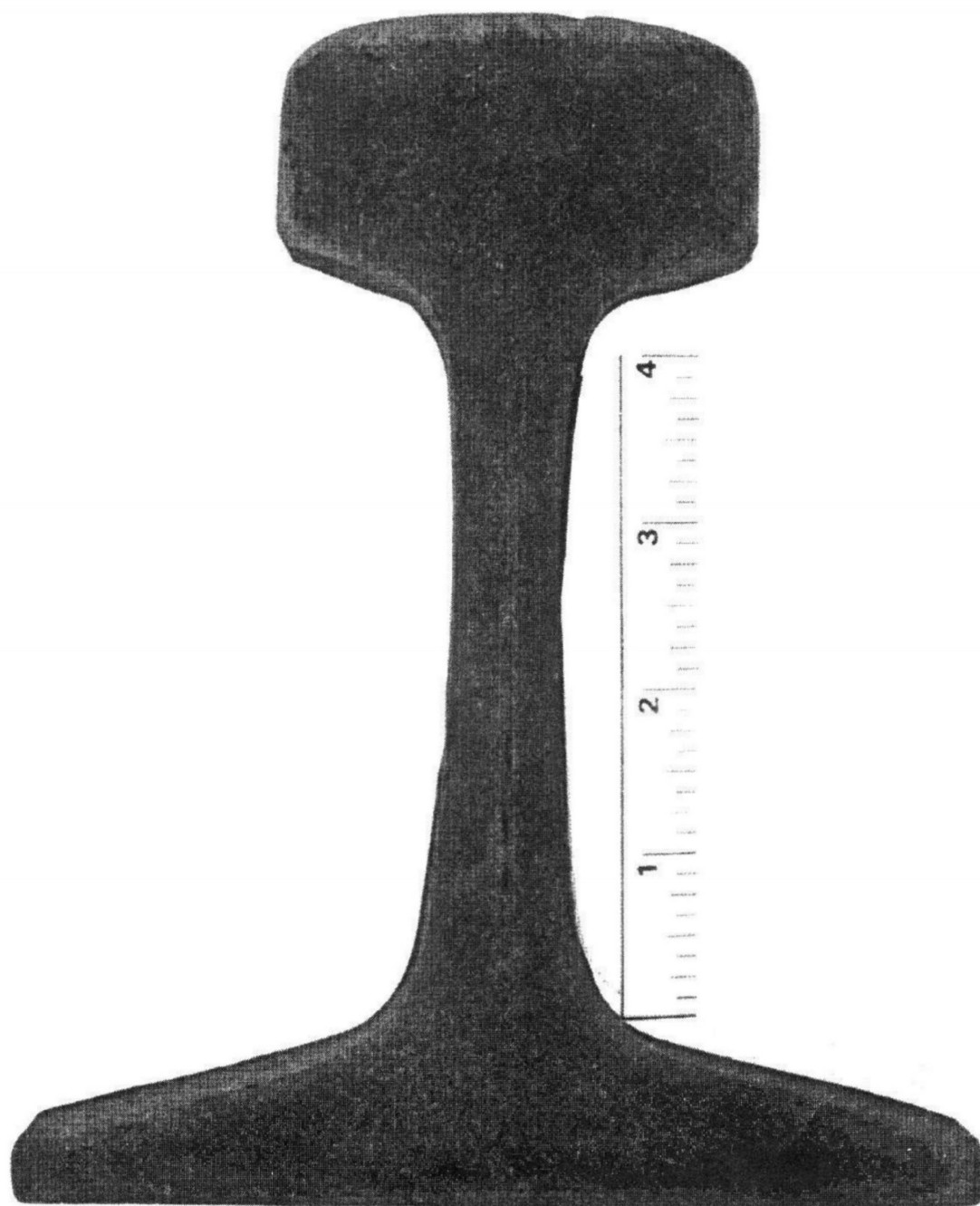


图 C.9 皮下气孔



图 C.10 宽度大于 6 mm 并延伸到轨头或轨底内 13 mm 以上的正偏析或负偏析

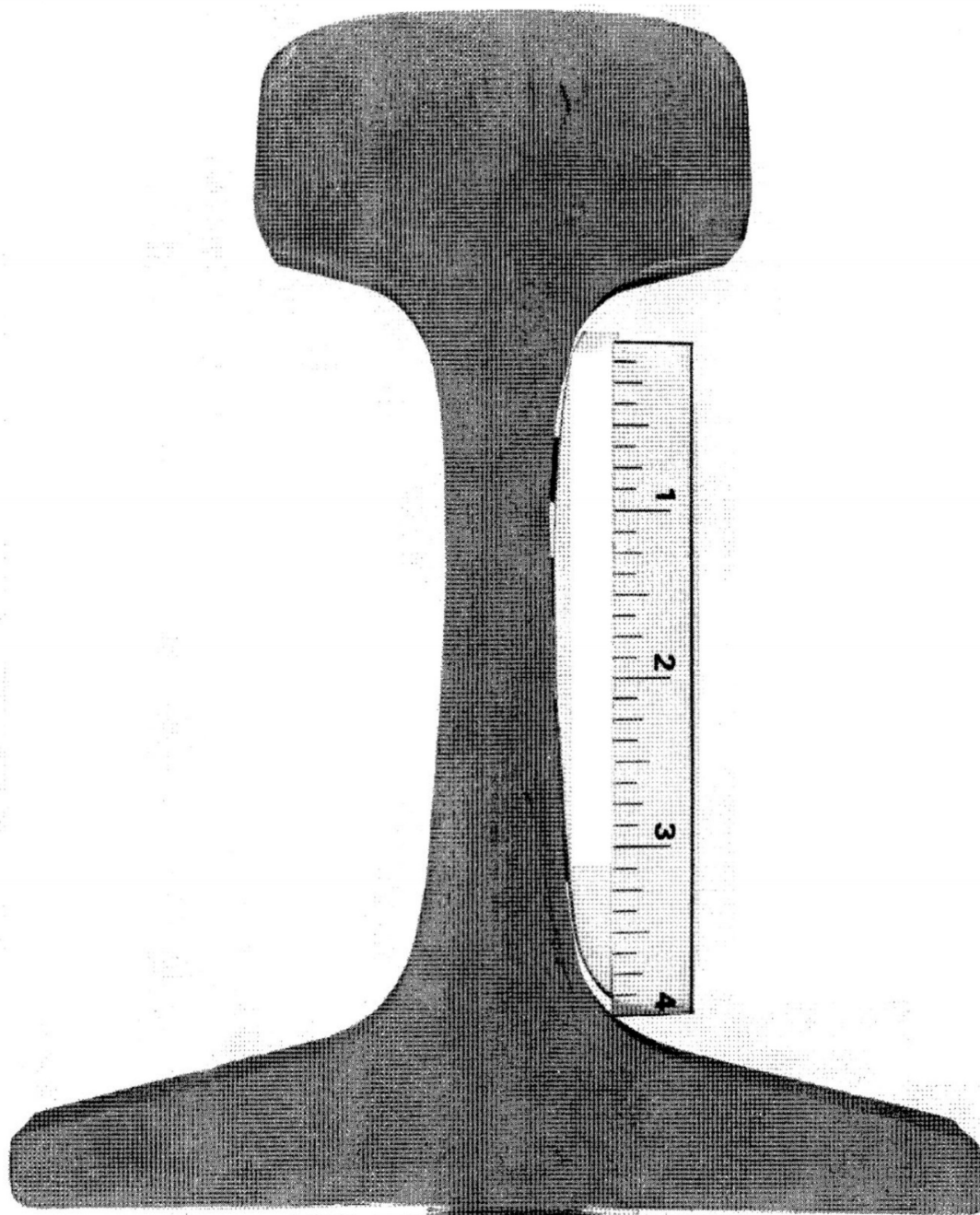


图 C.11 由放射状条纹、裂纹、中间裂纹以及转折裂纹发展的轨头内大于 3 mm 的条纹



图 C.12 引起钢轨早期失效的其他缺陷(如炉渣、耐火材料)

附 录 D
(规范性附录)
轨底残余应力试验方法

D.1 残余应力的测定方法

首先将电阻应变片贴在轨底表面,然后将贴有应变片的部分与钢轨逐渐切割分离,用释放的应变值来评定原始残余应力。

D.2 应变片及其粘贴位置

所用的电阻应变片应为封闭型,长 3 mm,灵敏度因子优于 $\pm 1\%$ 。

为了测定如图 D.1 所示位置的纵向应变,应将应变片粘贴到轨底表面。粘贴应变片的轨底表面处理和应变片使用方法均应符合应变片制造者的建议。任何表面处理均不应导致轨底残余应力的变化。应变片应贴在 1 m 长样轨的中心。

在样轨的中心贴片区,锯切 20 mm~40 mm 厚的样块(见图 D.2),测量锯切前后释放的应变值(锯切时应进行适当冷却)。残余应力值由锯切前后的应变差再乘以 2.07×10^5 MPa 计算而得。

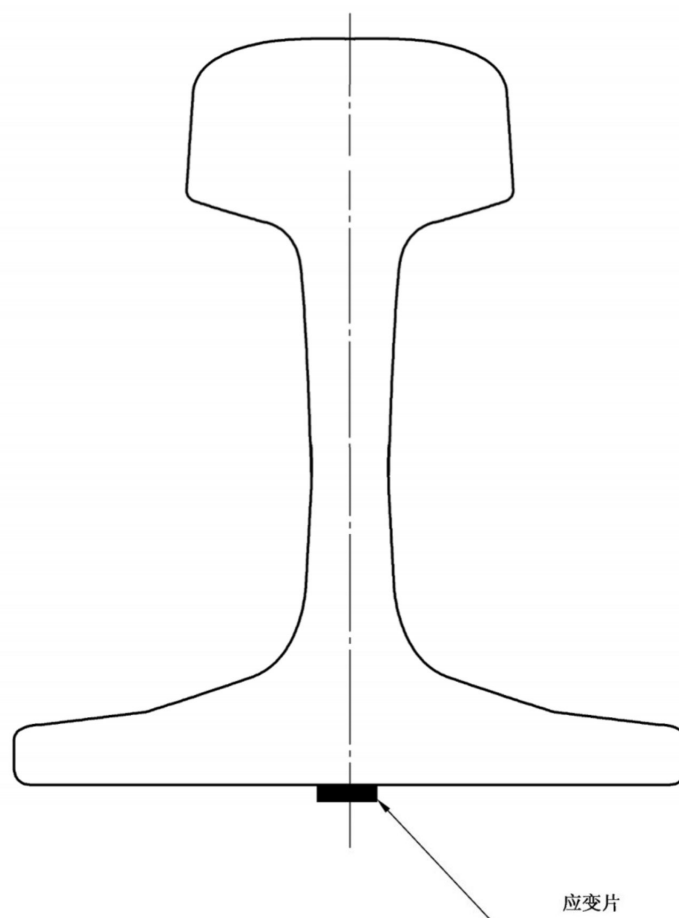


图 D.1 用于测定轨底表面纵向残余应力的应变片粘贴位置

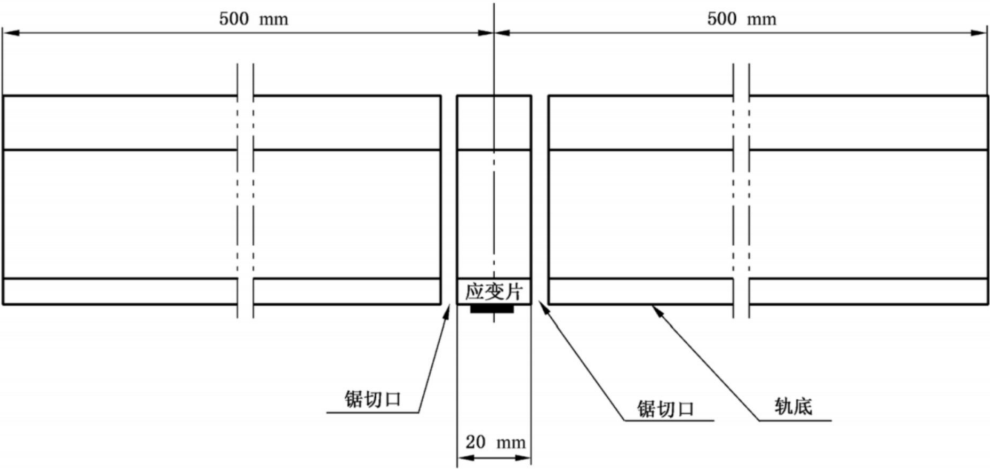


图 D.2 测定轨底表面纵向残余应力锯切部位和宽度



附录 E
(规范性附录)
钢轨平面应变断裂韧性(K_{Ic})试验方法

E.1 试验方法

除本标准中的规定外,该项试验的其余内容均应按 GB/T 4161 执行。

E.2 试样

E.2.1 试样取自钢轨横断面,其位置见图 E.1。

E.2.2 试样的厚度 $B=25\text{ mm}$,宽度 $W=40\text{ mm}$ 。试样所有其他尺寸见 GB/T 4161。

单位为毫米

说明:
 B ——试样厚度;
 W ——试样宽度。

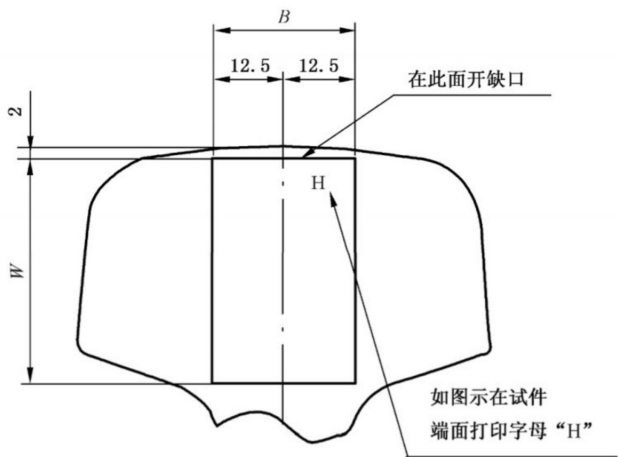


图 E.1 断裂韧性试样的取样部位

E.3 试验数量

对每个样轨至少取五个试样进行试验。

E.4 试验条件

E.4.1 在温度为 $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 20\text{ }^{\circ}\text{C}$,应力比大于 0,小于 +0.1,载荷频率范围为 $15\text{ Hz}\sim 120\text{ Hz}$ 的条件下预制疲劳裂纹。预制裂纹最终长度与试样宽度比为 $0.45\sim 0.55$,裂纹在扩展到最终 1.25 mm 时的最大应力强度因子(K_{max})应在 $18\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}\sim 22\text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 范围内。

E.4.2 用控制位移方式对单边缺口三点弯曲试样加载,三点弯曲试样的加载跨距(S)为试样宽度(W)的 4 倍。

E.4.3 试验温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，可用点焊到试样上的非珠形热电偶测量试样温度，位置见图 E.2。为避免裂纹前部弯曲，采用 GB/T 4161 中规定的人字缺口。

单位为毫米

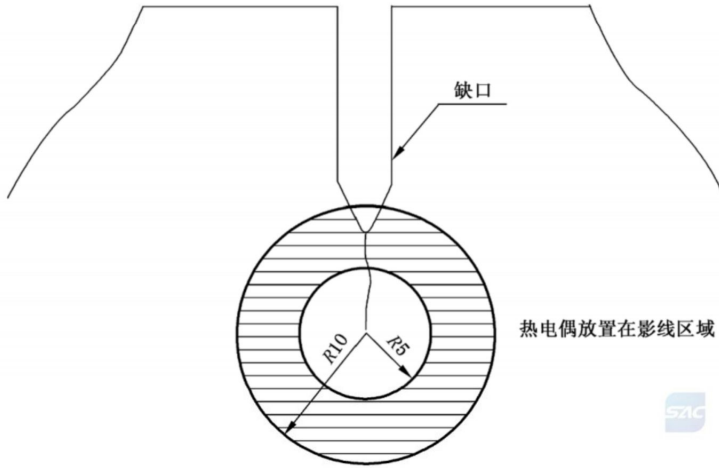


图 E.2 热电偶在断裂韧性样上的放置位置

E.5 试验数据分析

E.5.1 K_Q 值按 GB/T 4161 中的规定进行计算。除 E.5.2~E.5.6 的要求外，应按 GB/T 4161 确定 K_{IC} 是否有效。

E.5.2 在与 95% 的割线相交以前未发生 pop-in 时， P_{MAX}/P_Q 应小于 1.10。对其他类型的曲线不规定 P_{MAX}/P_Q 的标准。

E.5.3 载荷-裂纹张开曲线 I a、I b、II a、III 型(见图 E.3)的线性度按下述方法检验：

- 在恒定载荷 $0.8P_Q$ 作用下，测切线 OA 与载荷-裂纹张开曲线之间的距离(V_1)；
- 在恒定载荷 P_Q 作用下，测切线 OA 与载荷-裂纹张开曲线之间的距离(V)。

当 $V_1 \leq 0.25 V$ 时试验结果有效。

E.5.4 载荷-裂纹张开曲线 II b、II c(见图 E.3)的线性度按下述方法检验：

- 在恒定载荷 $0.8P_Q$ 和 P_Q 的作用下，分别测切线 OA 与荷载-裂纹张开曲线之间的距离，并分别记作 V_1^* 和 V^* ；
- 测量由载荷达到 P_Q 时出现的各次 pop-in 引起的裂纹张开值，通过测量每次 pop-in 开始与结束之间沿裂纹张开轴扩展的水平距离获得。将 $0.8P_Q$ 以下曲线发生 pop-in 的值和 $0.8P_Q$ 与 P_Q 之间曲线发生 pop-in 的值累加起来，并分别记为 $\sum V_{1pi}$ 和 $\sum V_{pi}$ 。

当 $[V_1^* - \sum V_{1pi}] \leq 0.25[V^* - (\sum V_{pi} + \sum V_{1pi})]$ 时，试验结果有效。

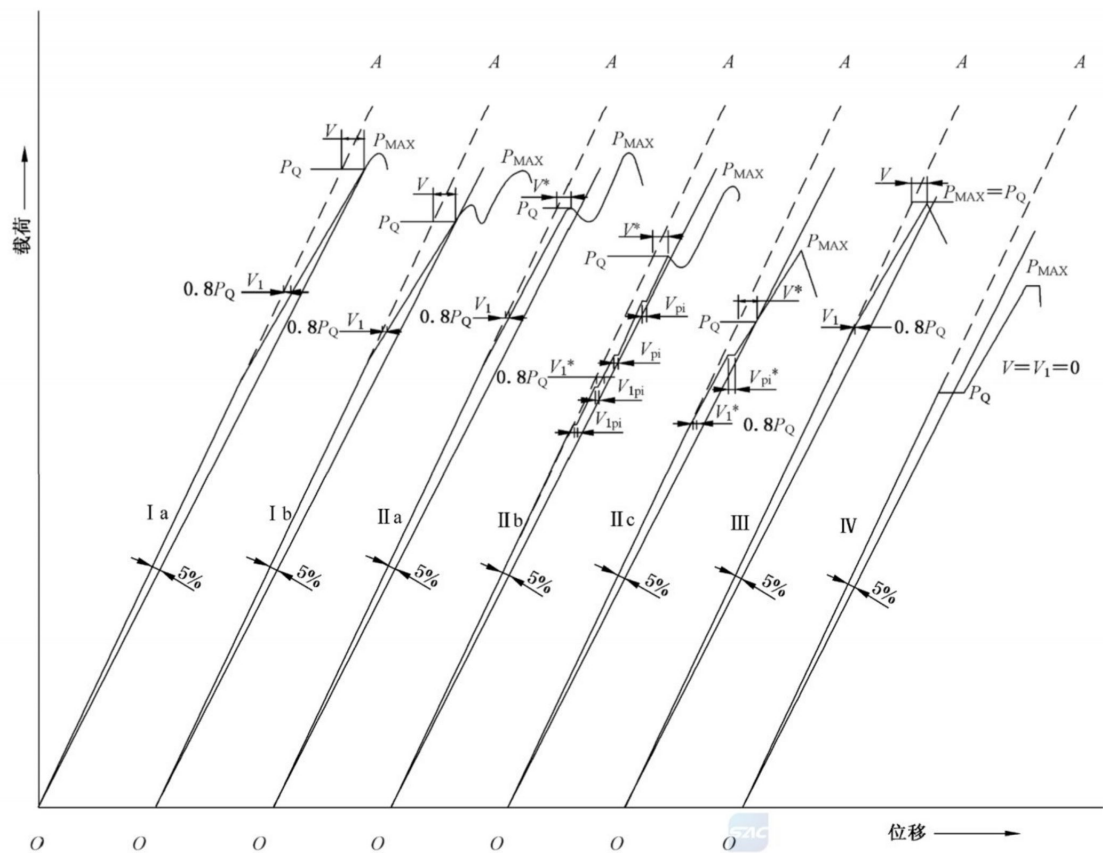


图 E.3 载荷-裂纹张开曲线

E.5.5 线性度判据不适用于Ⅳ型载荷-裂纹张开曲线。

E.5.6 对所有载荷-裂纹张开曲线均应进行 K_Q 值的有效验证,即试样厚度(B)和裂纹长度(a)应等于或大于 $2.5(K_Q/\sigma_y)^2$,这里的 σ_y 是在断裂试验温度为 $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 时的屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 。

E.6 试验报告

计算试验结果和说明试验过程中规定的条件时所需要的所有测量值均应加以记录。

应报告所有试验结果,包括 K_{Ic} 或者 K_Q^* 或者 K_Q 。这里 K_Q^* 是那些仅仅不能满足下列条件之一或以上的 K_Q 值:

- a) $P_{MAX}/P_Q > 1.1$;
- b) 超过 $2.5(K_Q/\sigma_y)^2$ 的判据;
- c) 不符合裂纹张开位移与载荷的关系。

K_{Ic} 及 K_Q^* 的平均值和标准偏差均应按表 E.1 规定的内容进行记录。

表 E.1 K_{Ic} 及 K_Q^* 的平均值和标准偏差记录表

钢号	$\sigma_{0.2}(-20\text{ }^\circ\text{C})$ MPa	K_{Ic} 平均值 MPa $\cdot\text{m}^{1/2}$	K_{Ic} 测量次数	试样标准偏差 MPa $\cdot\text{m}^{1/2}$	K_Q 平均值 MPa $\cdot\text{m}^{1/2}$	K_Q 测量次数	试样标准偏差 MPa $\cdot\text{m}^{1/2}$

用于验收的应是最少 5 个 K_{Ic} 的平均值。当不能获得 5 个 K_{Ic} 值时,作为验收用的 K_{Ic} 平均值应包括 K_Q^* ,在这些结果中试验数量应不少于 10 个。

所有 K_{Ic} 或 K_Q^* 值应满足 7.14 的规定。

