

ICS 45.080

Q/CR

中国铁路总公司企业标准

Q/CR 638—2018

动车组车轮

Wheels for EMU/DMU

2018-06-26 发布

2018-10-10 实施

中国铁路总公司 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 车轮型式尺寸及形位公差	1
4 技术要求和检验方法	1
5 检验规则	9
6 防护、标记及质量证明书	10
附录 A(规范性附录) 车轮钢氢含量检测方法	12
附录 B(规范性附录) 超声波检测方法	13
附录 C(规范性附录) 磁粉检测方法	16
附录 D(规范性附录) 残余应力分布的检验方法	17
附录 E(规范性附录) 车轮整体疲劳试验装置	21

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所归口。

本标准起草单位：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、马鞍山钢铁股份有限公司、太原重工轨道交通设备有限公司、中车长春轨道客车股份有限公司、中车青岛四方机车车辆股份有限公司。

本标准主要起草人：张弘、张关震、张澎湃、涂占宽、丛韬、付秀琴、高俊莉、江波、魏华成、李国栋、林鹏飞。

本标准版权归中国铁路总公司所有，任何单位和个人未经许可不得复制及转让。

动车组车轮

1 范围

本标准规定了动车组用 D1、D2 辗钢整体车轮(以下简称车轮)的型式尺寸及形位公差、技术要求和试验方法、检验规则、防护、标记、质量证明书。

本标准适用于动车组车轮的制造和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中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 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 4161—2007 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 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证

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 脉冲加热惰性气体熔融—红外线吸收法

GB/T 13298 金属显微组织检验方法

GB/T 15822.3 无损检测 磁粉检测 第3部分:设备

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 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

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

TB/T 3031—2002 铁路用辗钢整体车轮径向全截面低倍组织缺陷的评定

Q/CR 213.1 铁路用无损检测材料 第1部分:磁粉检测用材料

3 车轮型式尺寸及形位公差

车轮应符合经规定程序批准的设计图样的规定。

4 技术要求和检验方法

4.1 车轮钢代号和化学成分

4.1.1 要求

4.1.1.1 车轮钢代号和化学成分(熔炼分析)要求见表1。

表 1 车轮钢代号和化学成分(熔炼分析)

钢代号	化学成分(质量百分数) %							
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo
D1	0.50 ~ 0.56	0.17 ~ 0.40	0.65 ~ 0.80	≤0.015	≤0.015	≤0.30	≤0.30	≤0.08
D2	0.48 ~ 0.58	≤1.00	0.65 ~ 0.80	≤0.015	≤0.015	≤0.30	≤0.30	≤0.08
钢代号	化学成分(质量百分数) %							
	Cu	V	Al	Sn	As	[N]	[H]	T.O
D1	≤0.30	≤0.06	≤0.040	≤0.05	≤0.05	≤7 × 10 ^{-3a}	≤1.5 × 10 ^{-4b}	≤1.5 × 10 ^{-3a}
D2	≤0.30	≤0.15	≤0.040	≤0.05	≤0.05	≤7 × 10 ^{-3a}	≤1.5 × 10 ^{-4b}	≤1.5 × 10 ^{-3a}
Cr + Mo + Ni ≤ 0.50%								
^a 仅需在成品车轮上进行取样分析; ^b 仅需在钢水真空处理后用在线定氢仪测定。								

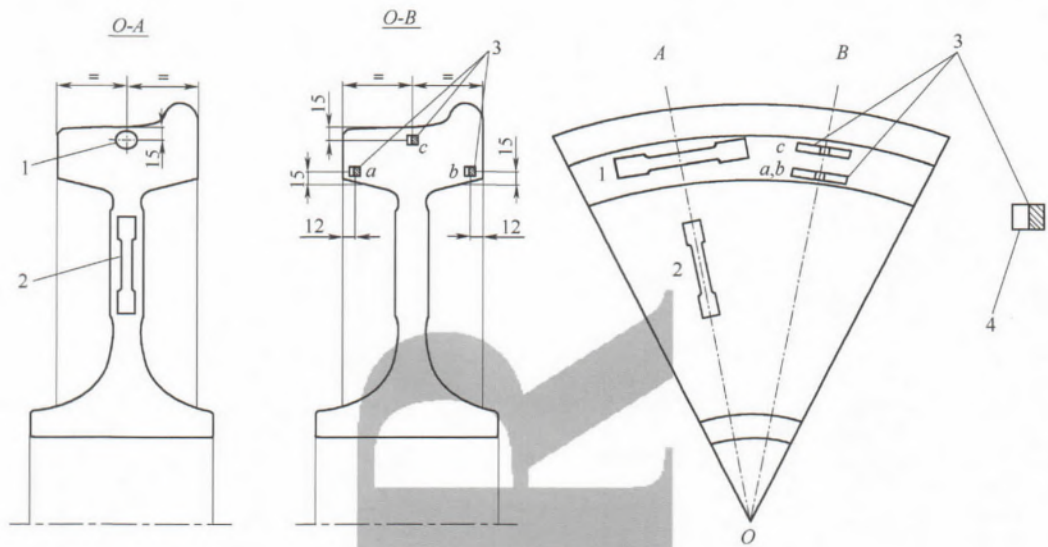
- 4.1.1.2 成品成分与熔炼成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。
- 4.1.2 试验方法
- 4.1.2.1 车轮钢的熔炼化学分析每炉取一个试样,取样方法按 GB/T 20066 执行,分析试验方法按 GB/T 4336 执行或 GB/T 223 执行。
- 4.1.2.2 车轮成品化学分析可使用拉伸试样端部,按 GB/T 4336、GB/T 11261 和 GB/T 20124 进行化学成分、T.O 和 N 的分析;或在轮辋标称直径处的踏面下 15 mm 处取不少于 50 g 的钢屑试样和棒状样,按 GB/T 223、GB/T 20123、GB/T 20125、GB/T 11261 和 GB/T 20124 进行化学成分、T.O、N 分析。当出现异议时,按 GB/T 223、GB/T 11261 的规定,以成品车轮的化学分析结果进行仲裁。
- 4.1.2.3 钢水氢含量检测应按附录 A 规定的任一方法进行。
- 4.2 车轮制造
- 车轮均应为采用转炉或电炉冶炼,并经炉外精炼和真空脱气处理的连铸坯或模铸锭制造。
- 4.3 拉伸性能
- 4.3.1 要求
- 轮辋和辐板拉伸性能见表 2。

表 2 车轮轮辋和辐板拉伸性能

钢代号	轮 辋			辐 板	
	R_{eH}^a N/mm ²	R_m N/mm ²	A	R_m N/mm ²	A
D1	≥ 540	860 ~ 980	≥ 13%	≥ 120 ^b	≥ 16%
D2	≥ 580	900 ~ 1 050	≥ 13%	≥ 120 ^b	≥ 16%
^a 没有明显的屈服强度出现时以 $R_{p0.2}$ 为准。 ^b 同一车轮上相对于轮辋抗拉强度实测值的减小值。					

- 4.3.2 取样位置和数量
- 试样应取自成品车轮的轮辋和辐板处,其位置如图 1 所示。
- 4.3.3 试验方法
- 试样应按 GB/T 228.1 规定的方法进行,平行长度内试样直径至少应为 10 mm,标距长度应为直径的 5 倍。

单位为毫米



说明：
1——轮辋拉伸试验试样；
2——辐板拉伸试验试样；
3——轮辋冲击试验试样；
4——冲击试样缺口。

图 1 取样位置和数量

4.4 冲击性能

4.4.1 要求

冲击试验值的平均值及三个试样中的最小冲击试验值应符合表 3 的规定。试验温度为 20 ℃ 时，采用 U 形缺口试样（缺口深度 5 mm）；试验温度为 -20 ℃ 时，采用 V 形缺口试样（缺口深度 2 mm）；试验温度为 -40 ℃ 时，采用 V 形缺口试样（缺口深度 2 mm）。

表 3 冲击性能

单位为焦耳

钢代号	$KU_2(20\text{ }^{\circ}\text{C})$		$KV_2(-20\text{ }^{\circ}\text{C})$		$KV_2(-40\text{ }^{\circ}\text{C})$	
	平均值	最小值	平均值	最小值	平均值	最小值
D1	≥ 17	≥ 12	≥ 10	≥ 7	≥ 7	≥ 5
D2	≥ 17	≥ 12	≥ 10	≥ 7	≥ 7	≥ 5
仅允许 1 个试样低于上述平均值。						

4.4.2 取样位置

冲击试样应取自成品车轮的轮辋处，试样取样位置见图 1。

4.4.3 试验方法

试验应按 GB/T 229 规定的方法进行。

4.5 轮辋断面硬度

4.5.1 要求

4.5.1.1 车轮钢代号为 D1 的车轮磨耗极限处或踏面下 35 mm 处硬度最小值不低于 245 HBW。

4.5.1.2 车轮钢代号为 D2 的车轮磨耗极限处或踏面下 35 mm 处硬度最小值不低于 260 HBW。

4.5.1.3 轮辋—辐板过渡处（图 2 中 A 点）的硬度值应至少比 B 点硬度值低 10 HBW。

4.5.1.4 单个车轮轮辋断面硬度值的最大差值不应超过 20 HBW。

单位为毫米

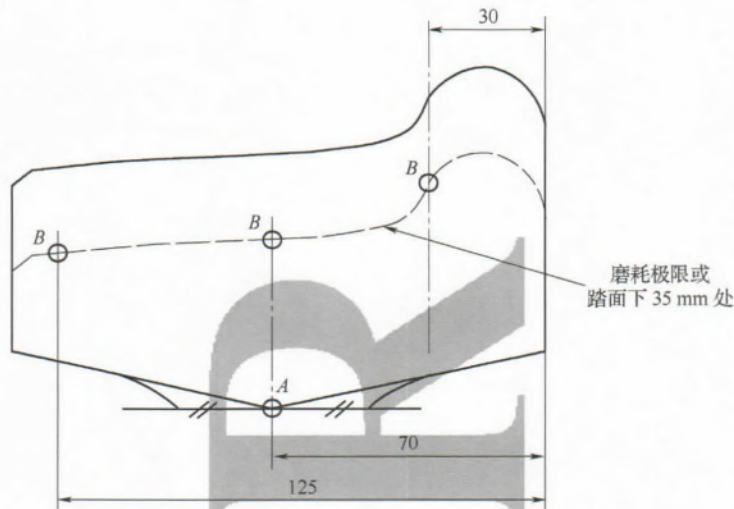


图 2 轮辋径向截面硬度读数位置

4.5.2 测点位置

车轮轮辋断面硬度:试验应在车轮轮辋断面上进行,如图 2 所示,在轮辋径向截面上测 4 点硬度。

车轮轮辋断面硬度均匀性:在 1 片车轮周向均布位置的 4 个轮辋断面硬度试样上进行,每个试样的测试位置为图 2 所示的 3 个 B 点,取 3 个测点的硬度平均值,试验结果为 4 个轮辋断面硬度平均值之差的极大值。

4.5.3 试验方法

试验应按 GB/T 231.1 规定的方法进行,压头直径为 5 mm。

4.6 轮辋硬度均匀性

4.6.1 要求

同批次车轮轮辋表面硬度值应为 260 HBW ~ 310 HBW,硬度值的最大差值不应超过 30 HBW。

4.6.2 测点位置

测量轮辋表面硬度的压痕应在图 3 所规定区域的同一半径取得。试验可在机械加工前进行,布氏硬度压痕可以留在表面。

单位为毫米

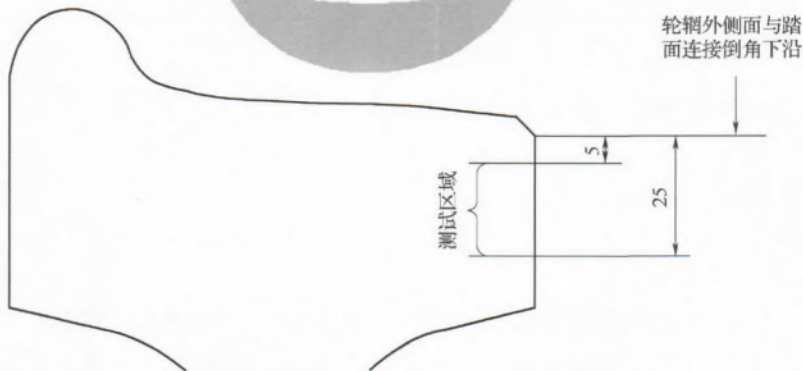


图 3 表面硬度均匀性试验区域

4.6.3 试验方法

试验应按 GB/T 231.1 规定的方法进行,同批次车轮轮辋表面硬度均匀性压头直径为 10 mm。

4.7 轮辋断裂韧性

4.7.1 要求

4.7.1.1 车轮钢代号为 D1 的车轮, K_Q 平均值不应低于 $80 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$,任一试样的 K_Q 最小值不应低于 $70 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。

4.7.1.2 车轮钢代号为 D2 的车轮, K_Q 平均值不应低于 $70 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$,任一试样的 K_Q 最小值不应低于 $60 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。

4.7.2 取样位置

应从图 4 所示轮辋位置切取 3 个试样,试样应绕轮辋均匀分布,采用 GB/T 4161—2007 中切口尖端角度为 90° 的山形缺口 CT30 试样。

单位为毫米

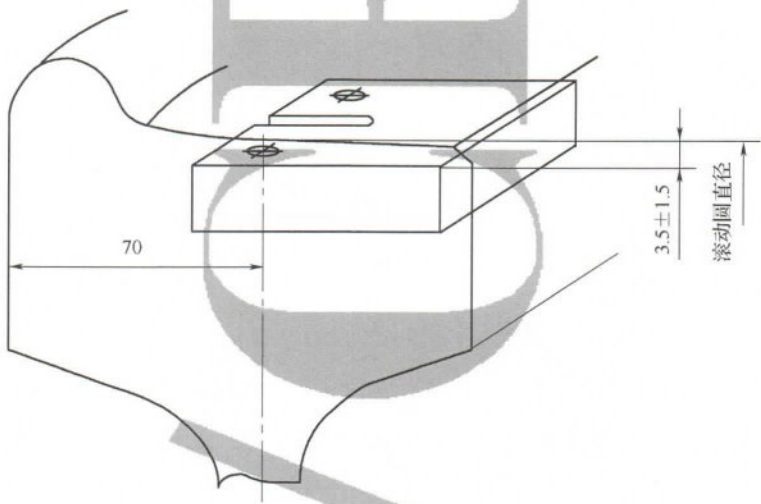


图 4 轮辋韧性试样位置

4.7.3 试验方法

按照 GB/T 4161—2007 规定执行。

4.8 显微组织和非金属夹杂物

4.8.1 要求

4.8.1.1 车轮轮辋经淬火和回火处理后,其组织应为细珠光体,可存在铁素体,不应存在马氏体、上贝氏体等其他有害组织。

4.8.1.2 车轮非金属夹杂物级别要求见表 4。

表 4 非金属夹杂物级别要求

钢代号	A (硫化物类)		B (氧化物类)		C (硅酸盐类)		D (球状氧化物类)		B + C + D		DS 类 (单颗氧化物类)
	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	
D1	≤1.5	≤1.5	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	≤2.5	≤1.5
D2	≤1.5	≤1.5	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	≤2.5	≤1.5

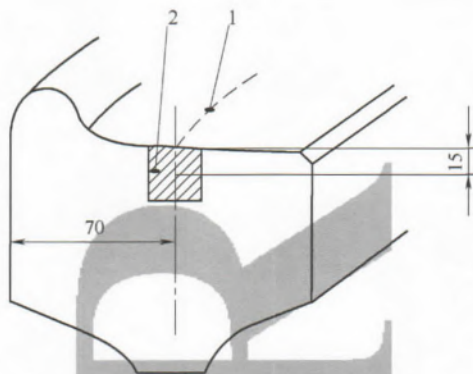
4.8.2 取样位置

4.8.2.1 显微组织检验评定试样取样位置见图 5,检验面应垂直于轮辋外侧面,其中心位于踏面下 15 mm 处。

4.8.2.2 非金属夹杂物检验评定试样取样位置见图6,检验面应平行于轮辋外侧面,其中心位于踏面下15 mm处。

4.8.2.3 显微组织检验试样和非金属夹杂物检验试样的检验面面积均不应小于200 mm²。

单位为毫米



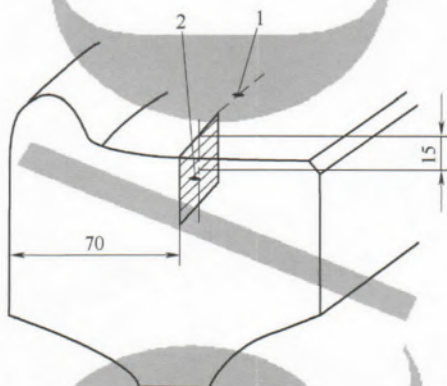
说明:

1——滚动圆直径;

2——观察面。

图5 显微组织检查

单位为毫米



说明:

1——滚动圆直径;

2——观察面。

图6 非金属夹杂物检查

4.8.3 试验方法

4.8.3.1 按 GB/T 13298 规定的方法进行显微组织检验。

4.8.3.2 按 GB/T 10561—2005 规定的方法进行非金属夹杂物检验。

4.9 低倍组织

4.9.1 要求

车轮低倍组织试样上不应有白点、缩孔残余、分层、裂纹、翻皮、异型偏析、金属异物。一般疏松、中心疏松和偏析分别不应严重于 TB/T 3031—2002 中图1、图2和图3的界限,各型非金属夹杂物不应超过 TB/T 3031—2002 规定的1级。

4.9.2 取样位置

车轮低倍试样为车轮半径方向整个横截面。

4.9.3 试验方法

按 GB/T 226 的规定进行检验,按 TB/T 3031—2002 的规定进行评定。

4.10 内部完好性

4.10.1 基本要求

4.10.1.1 内部完好性应通过超声波检测确定。标准缺陷为具有不同直径的平底孔。

4.10.1.2 检验应在热处理后、机械加工前或精加工后及防腐处理前状态的完整车轮上进行。

4.10.2 验收标准

4.10.2.1 轮辋

内部缺陷:不应有大于或等于 $\phi 1$ mm 平底孔当量缺陷。

透声性能:在轴向检验时,底面回波衰减不应大于或等于 4 dB。

4.10.2.2 辐板

不应有:

a) 大于或等于 $\phi 3$ mm 平底孔当量缺陷;

b) 10 个以上大于或等于 $\phi 2$ mm 平底孔当量缺陷。

两个允许存在缺陷之间的距离至少应为 50 mm。

4.10.2.3 轮毂

不应有:

a) 大于或等于 $\phi 5$ mm 平底孔当量的缺陷;

b) 3 个以上大于或等于 $\phi 3$ mm 平底孔当量的缺陷。

两个允许存在的缺陷之间的距离至少应为 50 mm。

透声性能:在周向检验时,底面回波衰减不应大于或等于 6 dB。

4.10.3 检验方法

按附录 B 规定的方法进行检验。

4.11 表面完好性

4.11.1 要求

4.11.1.1 车轮表面完好性应通过荧光磁粉检测确定。

4.11.1.2 磁粉检测范围为整个车轮表面(轮毂孔等不可观察部位除外)。

4.11.1.3 磁粉检测应在热处理之后、最终机械加工之后及防腐处理之前进行。磁粉检测时车轮表面应没有锈皮和油污。

4.11.1.4 车轮表面不应存在裂纹。

4.11.1.5 车轮磁粉检测发现的不连续性缺陷显示可用机械加工或打磨方法去除。

4.11.1.6 车轮磁粉检测后应进行退磁处理,其剩磁不应大于 0.5 mT。

4.11.2 检验方法

按附录 C 规定的方法进行检验。

4.12 残余应力

4.12.1 要求

4.12.1.1 车轮热处理应在轮辋内产生周向残余压应力区。

4.12.1.2 残余应力趋势:在轮辋外侧面上位于轮辋厚度的中心处做两个相距 100 mm 的标记,然后从轮缘顶部开始直达轮毂孔进行径向切割,切缝应在两个标记中间,通过测量两个标记之间距离的减缩来检验压应力的存在,内部应力释放后,两个标记之间距离的缩小值不应小于 1 mm。残余应力分布:新制成品车轮在踏面表面附近测得的周向压应力值应为 80 MPa ~ 150 MPa,零应力区应在踏面下磨耗到限处与图 2 中 A 点之间。

4.12.2 试样

试样应为热处理后的整个车轮,每批应抽取一个完整车轮进行检验。

4.12.3 检验方法

4.12.3.1 残余应力趋势

对应 4.12.1 中的残余应力趋势,用切割法进行残余应力检验时,应在轮辋外侧面上位于轮辋厚度的中心处做两个相距 100 mm 的标记,然后从轮缘顶部开始直达轮毂孔进行径向切割,切缝应在两个标记中间,通过测量两个标记之间距离的缩小值来检验压应力的存在。

4.12.3.2 残余应力分布

对应 4.12.1 中的残余应力分布,具体按附录 D 规定的方法进行检验。

4.13 残余静不平衡量

4.13.1 要求

车轮在交货状态下,精加工车轮的最大残余静不平衡应满足表 5 规定。

表 5 车轮的最大静不平衡要求

车辆运行速度 v km/h	残余静不平衡 $g \cdot m$	标 记
$120 < v \leq 200$	≤ 75	E2
$200 < v \leq 250$	≤ 50	E1
$v > 250$	≤ 25	E0

4.13.2 检验方法

4.13.2.1 测量装置和方法应由供需双方协商确定。

4.13.2.2 残余不平衡的去除,除图纸另有规定外,不平衡的去除是在车轮内侧面的辐板与轮辋之间的过渡部位进行去除,去除轮辋厚度不应超过 4 mm,去除面和原加工面应圆滑过渡。不应采取附加平衡块或钻孔的方式来达到平衡。

4.14 表面状态和表面质量

4.14.1 要求

4.14.1.1 车轮应通体完好,表面不应有结疤、折叠、裂纹、压入物、缺肉、毛刺等有害缺陷和黑皮。

4.14.1.2 车轮应进行全部机加工,除本标准规定位置应有标记外,车轮表面不应显示有任何其他标记。

4.14.1.3 车轮表面不应用铸、焊、喷涂、电或化学沉积等工艺修整。

4.14.2 检验方法

采用目视方法检验。

4.15 疲劳性能

4.15.1 要求

4.15.1.1 试样为精加工状态的两个车轮。车轮表面质量应符合 4.14 的规定。

4.15.1.2 车轮整体疲劳试验在辐板最大径向应力为 ± 240 MPa 的试验应力下、经过 10^7 次循环后车轮不应产生裂纹。

4.15.2 检验方法

辐板最大径向应力值指通过测量得到的可能萌生裂纹区域的径向应力;试验载荷通过测量可能萌生裂纹区域的径向应力来确定。设备要求及描述见附录 E。

用磁粉探伤方法对试验后车轮进行检测,以验证疲劳试验过程中是否出现裂纹。

5 检验规则

5.1 组批

应对车轮按批检验。每批应由同一熔炼炉号、同一热处理批次及同一型号的车轮组成。在贯通式连续炉中热处理时,每批车轮的数量不应大于 250 个。

5.2 检验项目及数量

5.2.1 车轮检验应按批进行,检验项目及数量见表 6。

5.2.2 尺寸极限偏差及形位公差检验规则:滚动圆直径、轮辋宽度、轮毂孔径、轮毂长度、轮缘和踏面轮廓形应逐个测量;轮辋外侧内径、轮辋内侧内径、轮毂内侧外径、轮毂外侧外径、内侧毂辋距、辐板厚度、辐板轮廓应每班开班或每工作 8 h 至少测量一次;滚动圆圆度、轮辋内侧面端面跳动、轮毂孔内径圆柱度、轮毂孔径跳动为型式检验项目。

5.3 型式检验

在下列情况下应进行型式检验,检验内容为表 6 中全部检验项目:

- a) 新产品定型时;
- b) 制造工艺、结构发生重大变化时;
- c) 同类型所有产品停产两年以上再恢复生产时;
- d) 连续生产 5 年以上时;
- e) 生产厂地发生变更时。

表 6 检验项目及数量

序号	检验类型	试验和检验项目		检验状态	试验单元	每批抽样数		每个车轮的试验数	
						≤250	>250		
1	x,y	化学成分	熔炼分析(包括氢含量)	—	c	每包钢水	每包钢水	—	
2	x,y		成品分析	d	c,h	1个	1个	1	
3	x,y	拉伸	轮辋	d	e,h	1个	2个	1	
4	x,y		辐板	d	e,h	1个	2个	1	
5	x,y	轮辋冲击	20℃	d	e,h	1个	2个	3	
6	x,y		—20℃	d	e,h	1个	2个	3	
7	x,y		—40℃	d	e,h	1个	2个	3	
8	x,y	轮辋硬度	断面硬度	磨损到限处及A点硬度	d	e,h	1个	2个	4点
9	y			硬度均匀性	d	e,h	1个	2个	4个试样,每试样3点
10	x,y		表面硬度	表面硬度	d	e,h	100%	100%	1点
11	x,y			硬度均匀性	d	—	1个		1点
12	y	轮辋断裂韧性		d	e,h	1个	2个	3	
13	x,y	显微组织		d	e,h	1个	2个	1	
14	x,y	非金属夹杂物		d	e,h	1个	2个	1	
15	x,y	低倍组织		d	c	1个	2个	1	
16	x,y	残余应力	趋势	d	e,h	1个	2个	1	
17	y		分布	d	e,h	—		1	

表 6 检验项目及数量(续)

序号	检验类型	试验和检验项目		检验状态	试验单元	每批抽样数		每个车轮的试验数
						≤250	>250	
18	x,y	超声波检测	轮辋	d	w	100%	100%	—
19	y		辐板 ^a	d	—	20%		—
20	y		轮毂	d	—	100%		—
21	x,y	磁粉检测		d	w	100%	100%	—
22	x,y	剩磁		f	w	100%	100%	—
23	x,y	残余静不平衡		f	w	100%	100%	—
24	x,y	表面质量		f	w	100%	100%	—
25	x,y	尺寸极限偏差及形位公差		f	w	见 5.2.2	见 5.2.2	—
26	y	车轮整体疲劳		f	—	—		—
c——同一熔炼炉号的车轮； f——试验在最终交货状态下进行； w——以一个车轮为一个试验单元； y——型式检验项目。 d——试验应在规定的热处理之后进行； h——同一热处理批的车轮； x——出厂检验项目；								
^a 一个车轮不符合要求需对整批进行验证。								

6 防护、标记及质量证明书

6.1 防护

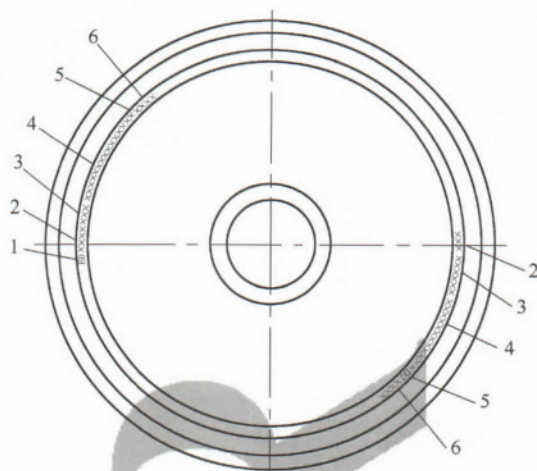
6.1.1 车轮表面应按需方的要求在指定部位涂刷用户指定或者认可的防护涂料,防护层应均匀覆盖需涂刷部位。

6.1.2 车轮应采用供需双方商定的包装方式运输,防止车轮运输过程中受到机械损伤,特别是轮毂孔两端及轮缘应作有效防护。

6.2 标记

6.2.1 每个车轮应具有下列顺序的制造标记:

- a) 车轮静不平衡位置及其标记。
 - b) 车轮制造厂家代码。
 - c) 车轮型号。
 - d) 车轮轮号:锻造厂家代码(1-3 位) + 熔炼炉号(8 位) + 顺序号(4 位)。
 - e) 车轮钢代号:D1、D2。
 - f) 车轮制造年月,用阿拉伯数字表示,先年后月,年份取后两位数字,月份用两位数字表示。
- 6.2.2 车轮标记刻打在车轮轮辋外侧面非磨耗到限部位,且确保轮辋磨耗到限时,标记不被磨掉。
- 6.2.3 车轮静不平衡标记刻打在静不平衡检测出的位置,仅在静不平衡检测出的位置刻打一次,车轮静不平衡位置及其标记按照 4.13 规定执行。
- 6.2.4 其他标记按照图 7 所标示的位置刻打。
- 6.2.5 除静不平衡标记外,其他标记在轮辋外侧面非磨耗到限部位相隔 180°的区域各刻打一次。
- 6.2.6 标记刻打采用冷打印方式,字体为仿宋体,字高 6 mm ~ 9 mm,深度不超过 0.5 mm,打印标记应圆滑过渡,钢印不应有尖锐边缘,字迹应清晰完整。



说明：

- 1——车轮静不平衡位置及其数字代码；
- 2——车轮制造厂家代码；
- 3——车轮型号；
- 4——车轮轮号；
- 5——车轮钢代号；
- 6——车轮制造年月。

图7 车轮标记内容及位置

6.3 质量证明书

6.3.1 制造厂应对每批车轮开具质量证明书。

6.3.2 质量证明书应包括以下内容：

- a) 制造厂名称；
- b) 车轮型号；
- c) 车轮钢代号；
- d) 车轮数目；
- e) 熔炼炉号；
- f) 车轮顺序号(单个)；
- g) 出厂日期；
- h) 本标准规定的各项检验结果。

6.3.3 质量证明书应有制造厂质量检验部门的盖章及检验人员的签字或签章。

附 录 A
(规范性附录)
车轮钢氢含量检测方法

A.1 在线检测方法

A.1.1 测试方式

应在真空脱气操作结束后对钢包中的钢水氢含量采用定氢系统进行在线测定。

A.1.2 定氢系统组成

定氢系统由处理器装置、气动装置、氮气瓶、测枪、定氢探头等组成。

A.1.3 检测原理

测试时,将定氢探头浸入钢水中,载体气体(N_2)通过与氢气结合吸收溶解在钢水中的氢气。在气动装置内,通过 TCD(热传导率检测或热导计)连续监控载体气体的导热性并将其转换成氢气分压力,然后转换成氢含量,这样处理器装置产生实时氢含量对时间的曲线,待测量曲线平直后处理器装置显示正确的氢含量。

A.2 化学分析方法

A.2.1 当采用化学分析法时,应在浇铸钢锭或倒入中间包过程中取样。为符合技术条件的要求,应按下述四种方法之一进行取样:

- a) 铜模;
- b) 二氧化硅吸管;
- c) 石英起泡管(透明石英因其吸湿性而被禁用);
- d) 埋入式探头法(采用热导探测器的载体气法)。

A.2.2 分析方法如下:

- a) 在温度为 $650\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 1\ 050\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内真空提取。
- b) 在 $650\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,将载体气注入钢液中。所得到的含有氢的扩散气体被回收用于再循环和分析。

附录 B
(规范性附录)
超声波检测方法

B.1 人员要求

从事车轮超声波检测的人员应按照 GB/T 9445 的规定取得铁道行业 UT 技术资格证书。2 级及以上人员方可独立从事超声波检测工作,1 级人员应在 2 级和 2 级以上人员的指导下从事相关的超声波检测工作。

B.2 设备和器材

B.2.1 扫查装置

生产检验应采用自动扫查装置,并能确保声耦合良好、稳定。

B.2.2 超声波检测仪

超声波检测仪应符合 JB/T 10061, 满足脉冲反射探伤法的需要, 满足车轮超声波检测工艺的需要, 并具有系统状态实时监测功能。

B.2.3 超声波探头

超声波探头测试应符合 JB/T 10062,探头的结构和尺寸应与车轮检测方法相适应,并应满足如下具体要求:

- a) 回波频率: 2 MHz ~ 5 MHz。
- b) 探伤盲区:
 - 1) 径向检测探头: ≤ 10 mm;
 - 2) 轴向检测探头: ≤ 20 mm。

B.2.4 耦合剂

耦合剂中应避免气泡。可以在耦合剂中添加防锈剂、软化剂或润湿剂等。

B.3 试块

B.3.1 一般要求

应采用与被检车轮相同规格(或相似外形尺寸及相同生产工艺)、无自然缺陷、透声性能良好的车轮或一部分车轮制作。

B.3.2 轮辋轴向校准试块

轮辋轴向校准试块见图 B.1,人工缺陷为 $\phi 1\text{ mm}$ 平底孔。

单位为毫米

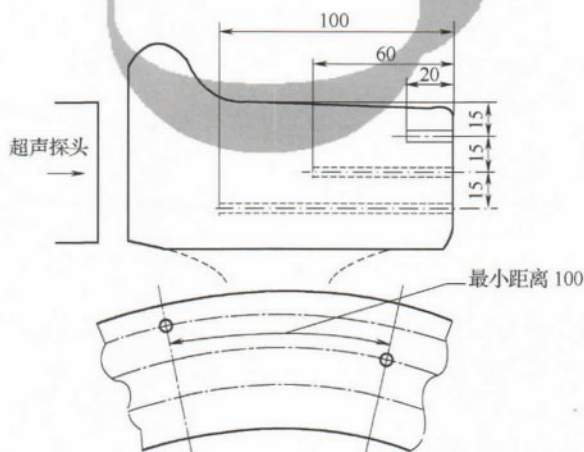


图 B.1 轮辋轴向校准试块

B.3.3 轮辋轴向透声校准试块

轮辋轴向透声校准试块见图 B.2。孔径 ϕd 由试验确定,一般可取 $\phi 7$ mm。

单位为毫米

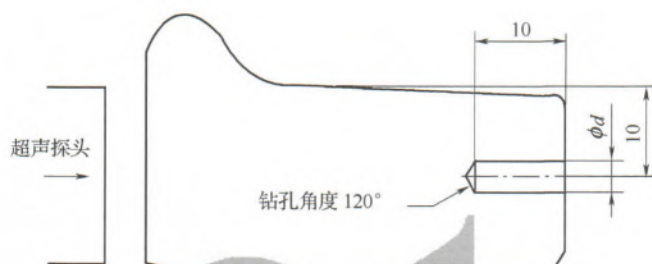


图 B.2 轮辋轴向透声检验试块

B.3.4 轮辋径向校准试块

轮辋径向校准试块见图 B.3,人工缺陷为 $\phi 1\text{ mm}$ 平底孔。

单位为毫米

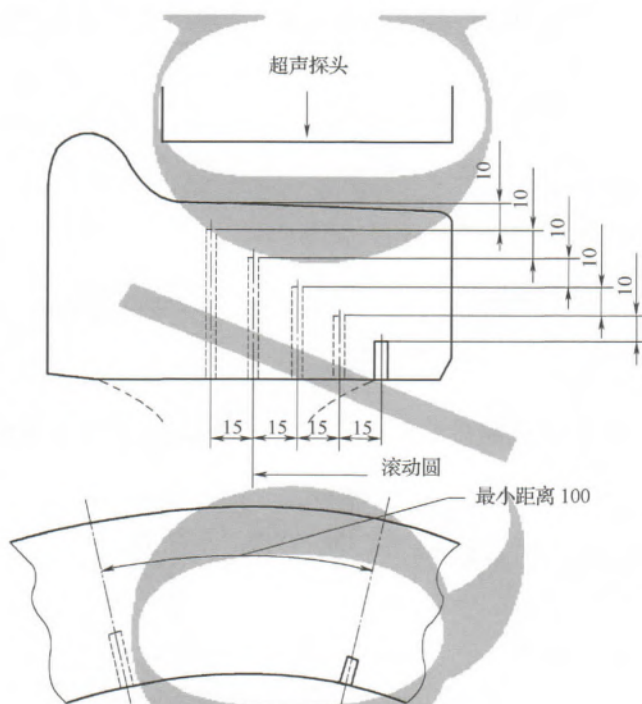


图 B.3 轮辋径向校准试块

B.3.5 轮穀校准试块

轮毂校准试块见图 B.4,人工缺陷为 3 个不同深度的 $\phi 3$ mm 平底孔和 3 个不同深度的 $\phi 5$ mm 平底孔。

B.3.6 辐板校准试块

辐板校准试块人工缺陷位置为“ e ”的函数,其在圆周方向的分布距离至少为 100 mm。“ e ”为辐板平均厚度 $[e = (s_1 + s_2)/2, “s_1”$ 和“ $s_2”$ 分别为辐板轮辋侧和轮毂侧的厚度]。

当 $e \leq 10 \text{ mm}$ 时:

- 距辐板表面 5 mm 处有 1 个 $\phi 2$ mm 的平底孔；
- 距辐板表面 5 mm 处有 1 个 $\phi 3$ mm 的平底孔。

单位为毫米

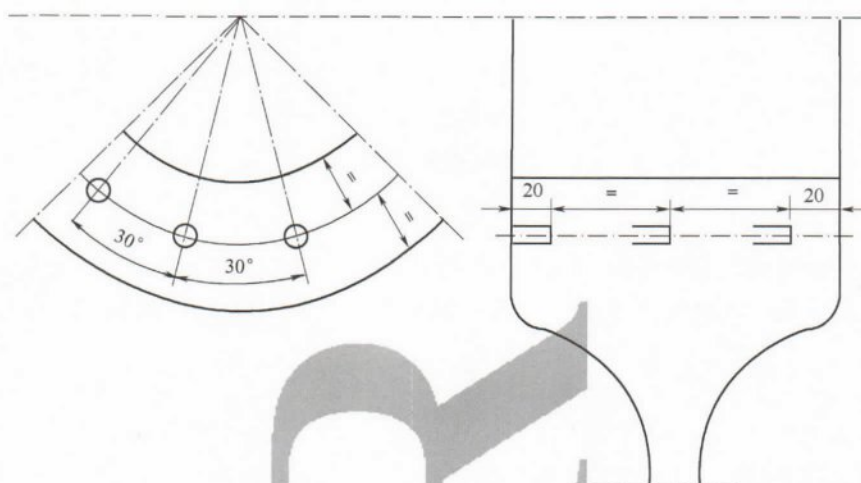


图 B.4 轮毂校准试块

当 $10\text{ mm} < e \leq 20\text{ mm}$ 时:

- a) 距辐板表面 5 mm 和 $(e - 5)\text{ mm}$ 处有 2 个 $\phi 2\text{ mm}$ 的平底孔;
- b) 距辐板表面 5 mm 和 $(e - 5)\text{ mm}$ 处有 2 个 $\phi 3\text{ mm}$ 的平底孔。

当 $e > 20\text{ mm}$ 时:

- a) 距辐板表面 5 mm 、 $0.5e\text{ mm}$ 和 $(e - 5)\text{ mm}$ 处有 3 个 $\phi 2\text{ mm}$ 的平底孔;
- b) 距辐板表面 5 mm 、 $0.5e\text{ mm}$ 和 $(e - 5)\text{ mm}$ 处有 3 个 $\phi 3\text{ mm}$ 的平底孔。

B.4 校准

B.4.1 校准用的基准孔为车轮不同试块上埋深最深的平底孔,平底孔的直径应符合内部完好性质量要求。

B.4.2 车轮的轮辋和轮毂检测时,均应作距离波幅修正(DAC)。

B.5 扫查

B.5.1 车轮轮辋轴向扫查应在轮辋内侧面进行,径向扫查应在踏面进行。

B.5.2 辐板检测应从内外两侧面进行扫查,检测方向与表面垂直。

B.5.3 轮毂检测应从轮毂两个端面进行扫查,检测方向与表面垂直。

B.5.4 扫查速度的确定应以在标定的检测灵敏度下可靠探测出各人工平底孔为准。

B.6 重新校准

遇有如下任何情况时,要重新对设备进行校准或验证:

- a) 超声系统任何部分损坏;
- b) 超声探头、电缆或其他附件更换;
- c) 断电或设备故障;
- d) 任何时候超声检测仪首次开机;
- e) 因干扰造成仪器异常或不稳定;
- f) 连续工作 8 h 。

附 录 C
(规范性附录)
磁粉检测方法

C.1 人员要求

从事车轮磁粉检测的人员应按照 GB/T 9445 的规定参加技术培训并取得 MT 技术资格证书。2 级及以上人员方可独立从事磁粉检测工作,1 级人员应在 2 级或 2 级以上人员的指导下从事相关的磁粉检测工作。

C.2 设备

C.2.1 一般要求

车轮磁粉检测设备应符合 GB/T 15822.3 的规定。

C.2.2 磁化装置

磁化装置应符合:

- a) 磁化装置应能在车轮整个表面激发合适的磁场,以便于发现各种取向的缺陷。激磁电流应足够大,以在车轮表面激发出不低于 $3\,200\text{ A/m}$ 的磁场。
- b) 优先选用复合磁化方法,不应采用触头通电磁化方法。
- c) 用 A1-15/50 型试片检验综合灵敏度时,试片磁痕显示应清晰、完整。

C.2.3 照明装置

磁粉检测应在暗室中进行。紫外灯辐射的紫外光波长应主要分布在 $320\text{ nm} \sim 400\text{ nm}$,中心波长为 365 nm ;检测处的紫外光辐照度应至少为 $1\,500\text{ }\mu\text{W/cm}^2$ (15 W/m^2)。暗室中的环境可见光照度不应大于 20 lx 。

C.3 检测介质

C.3.1 磁粉检测磁悬液应使用合适的载液和荧光磁粉配制而成。

C.3.2 磁粉应满足 Q/CR 213.1 的规定。

C.3.3 荧光磁悬液浓度一般为 $0.1\text{ mL}/100\text{ mL} \sim 0.6\text{ mL}/100\text{ mL}$ 。

C.4 磁痕观察

C.4.1 磁痕观察应在磁痕形成后立即进行。

C.4.2 磁痕观察时,车轮应至少转动一周以上。

附录 D

(规范性附录)

残余应力分布的检验方法

D.1 方法原理

该方法的要点是导致轮辋中存在的残余应力的逐渐释放的切割操作。

通过在表面用应变片测量局部变形来测得每次切割操作所导致的残余应力状态的变化。

通过在表面测得的状态,用线性插值法得到轮辋内部应力状态的变化。

根据经验,热处理可有效地使周向残余应力分布均匀,试验仅对一个径向横截面进行测量。

D.2 程序

D.2.1 粘贴应变片

在切割车轮前,在轮辋横截面上粘贴应变片(图 D.1)。应变片粘贴于如下位置:

- a) 沿圆周方向和轴向:位于辐板与轮辋连接处的对称面上的踏面点 1 处。
- b) 沿圆周方向和径向:
 - 1) 轮辋外侧面上的点 2E 处和轮辋内侧面上的点 2L 处;
 - 2) 辐板圆角的点 3E 处(外侧)和点 3L 处(内侧)。

D.2.2 切割

按图 D.2 实施切割。切割操作应按一定程序进行,这样将不会产生残余应力(除非切割区域厚度很小)。应按下述顺序进行三步切割操作:

- a) 切取长度至少为轮辋宽度两倍的一段轮辋截面[操作 1,图 D.2 a)];
- b) 在辐板与轮辋连接起始处沿平行于车轴的平面切割[操作 2,图 D.2 b)];
- c) 穿过轮辋沿平行于车轴的平面切割[操作 3,图 D.2 c)],该步操作将仅在轮辋厚度大于 30 mm 时进行。

D.2.3 切割操作

切割期间要进行的操作如下:

- a) 第一步切割操作后,测量应变。
- b) 记录轮辋横截面一端上径向横截面的精确轮廓。
- c) 粘贴应变片 4[图 D.2 b)]。
- d) 第二步切割操作后,测量应变片 1 和 4 的应变。测量厚度 h_1 和 h_2 [图 D.2 c)]。
- e) 粘贴应变片 5[图 D.2 c)]。
- f) 第三步切割操作后,测量应变片 1 和 5 的应变。测量厚度 h_1 和 h_2 [图 D.2 c)]。

D.3 踏面下深处周向残余应力变化的计算

D.3.1 按公式(D.1)计算在测量点“j”处进行切割操作“i”而产生的周向应力变化“ σ_j^i ”。

$$\sigma_j^i = -\frac{E}{1-\nu^2} [e_{cirj}^i + \nu e_{\perp j}^i] \quad \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:

E ——弹性模量,取 $E = 210\,000\text{ MPa}$;

ν ——泊松比,取 $\nu = 0.28$;

e_{cirj}^i ——周向应变;

$e_{\perp j}^i$ ——轴向(或径向)测得的应变值。

D.3.2 由第一步切割操作产生的周向应力变化的计算:

计算应力 σ_1^1 、 σ_{2E}^1 、 σ_{2L}^1 、 σ_{3E}^1 和 σ_{3L}^1

按公式(D.2)和公式(D.3)计算点2和点3的应力值。

$$\sigma_2^1 = \frac{a}{a+b}\sigma_{2L}^1 + \frac{b}{a+b}\sigma_{2E}^1 \quad \dots\dots\dots (D.2)$$

$$\sigma_3^1 = \frac{c}{c+d}\sigma_{3L}^1 + \frac{d}{c+d}\sigma_{3E}^1 \quad \dots\dots\dots (D.3)$$

径向应力的变化用应力图上通过点1和点3的直线表示,该两点纵坐标与点到踏面的距离有关。

在点2处计算出的应力[图D.3 a)]应落在这条直线上,误差为 $\pm 20 \text{ N/mm}^2$ 。

D.3.3 由第二步切割操作产生的周向应力变化的计算:

计算应力 σ_1^2 和 σ_4^2 ,然后用公式(D.4)计算点A处[图D.2 b)]的应力。

$$\sigma_A^2 = \frac{-(2h_1+h_2)S_1\sigma_1^2 + h_2S_2\sigma_4^2}{S_1(h_1+h_2)} \quad \dots\dots\dots (D.4)$$

径向应力的变化用应力图上通过点1和点A的直线表示,该两点的纵坐标与点到踏面的距离有关[图D.3 b)]。

D.3.4 由第三步切割操作产生的周向应力变化的计算:

计算应力 σ_1^3 和 σ_5^3 ,然后用公式(D.5)计算点B处[图D.2 c)]的应力。

$$\sigma_B^3 = -\frac{(2h_1+h_2)}{h_1+h_2}\sigma_1^3 + \frac{(h_2)^2}{h_1(h_1+h_2)}\sigma_5^3 \quad \dots\dots\dots (D.5)$$

径向应力的变化用应力图上通过点1和点B的直线表示,该两点的纵坐标与点到踏面的距离有关[图D.3 c)]。

D.3.5 表示踏面深处周向应力变化的最终示图:

通过图D.3 a)和图D.3 b)确定应力值: σ_B^1 和 σ_B^2 。

点1处周向残余应力 σ_1 值等于每一切割操作后测得应力值的代数和,即

$$\sigma_1 = \sigma_1^1 + \sigma_1^2 + \sigma_1^3 \quad \dots\dots\dots (D.6)$$

同样,点B处残余应力值 σ_B 为

$$\sigma_B = \sigma_B^1 + \sigma_B^2 + \sigma_B^3 \quad \dots\dots\dots (D.7)$$

踏面深处周向应力变化最终示图用应力图上通过相当于点1和点B纵坐标 σ_1 和 σ_B 的直线表示,该两点的纵坐标与点到踏面的距离有关[图D.3 d)]。

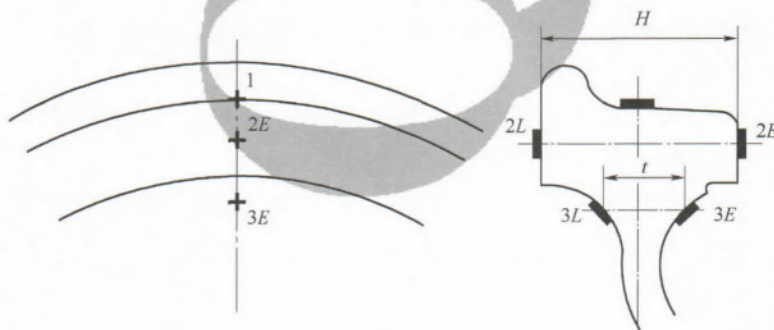


图 D.1 安装应变片

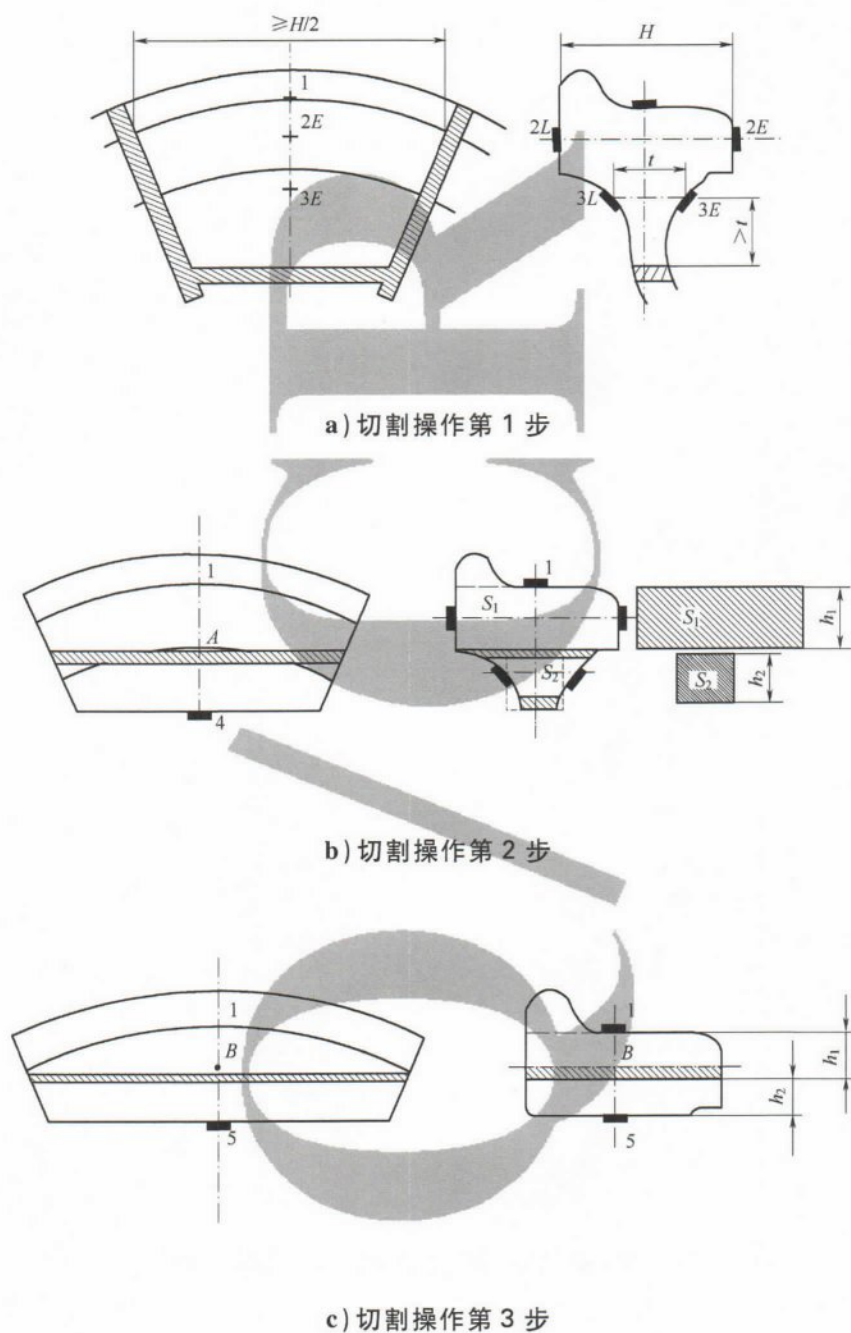


图 D.2 切割操作步骤

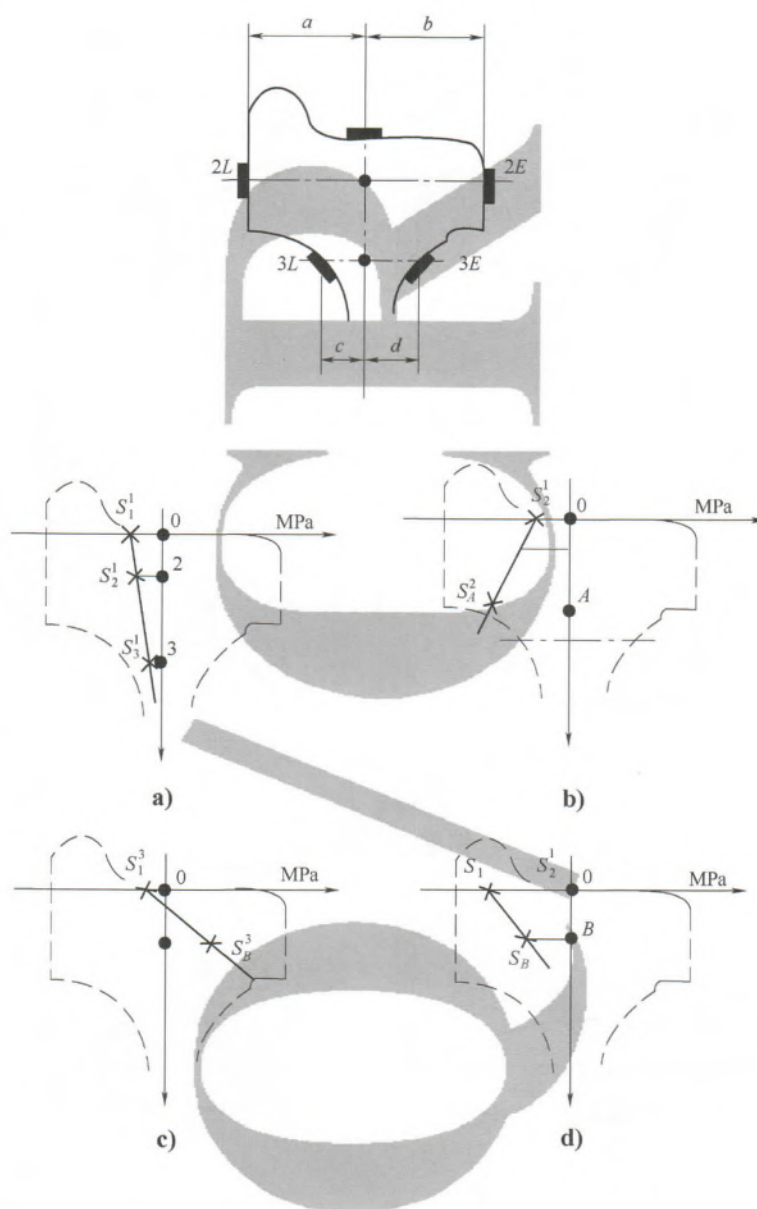


图 D.3 确定踏面深处周向应力变化的方法

附录 E
(规范性附录)
车轮整体疲劳试验装置

车轮整体疲劳试验装置应能使车轮辐板产生对称弯曲应力,可采用试验装置 A 或者试验装置 B 进行车轮疲劳试验。试验装置 A 的原理如图 E.1 所示,试验装置 B 的原理如图 E.2 所示。

- 说明:
- 1——试验台地基;
 - 2——车轮;
 - 3——连接螺栓;
 - 4——夹紧工装;
 - 5——连接车轴;
 - 6——加载装置。

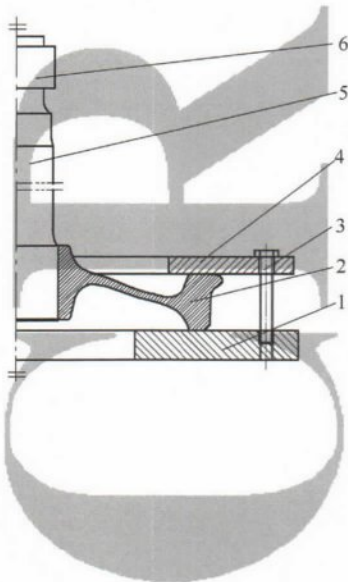


图 E.1 试验装置 A

- 说明:
- 1——施加载荷;
 - 2——旋转;
 - 3——装配轴;
 - 4——车轮;
 - 5——工装垫板;
 - 6——紧固螺栓;
 - 7——试验台法兰。

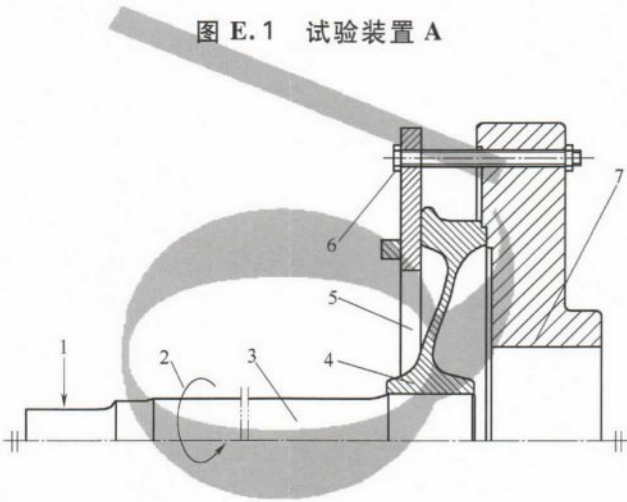


图 E.2 试验装置 B

中国铁路总公司

企业标准

动车组车轮

Wheels for EMU/DMU

Q/CR 638—2018

*

中国铁道出版社出版

(100054, 北京市西城区右安门西街8号)

北京建宏印刷有限公司印刷

版权专有 侵权必究

*

开本: 880 mm×1 230 mm 1/16 印张: 1.75 字数: 42 千字

2018年9月第1版 2018年9月第1次印刷

*

统一书号: 15113·5470 (内部用书)