

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T ×××××—××××

代替 TB/T 2945-1999

机车车辆车轴 车辆

Axles for rolling stock—Railway vehicle

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2025 年 4 月)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家铁路局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 车轴钢坯技术要求和检验方法 2

5 车轴技术要求和检验方法 8

6 检验规则 10

7 标记、质量证明书及防护 13

附 录 A （规范性） 钢氢含量检测方法..... 15

附 录 B （规范性） 疲劳性能要求和试验方法..... 16

附 录 C （规范性） 超声检测..... 20

附 录 D （规范性） 磁粉检测..... 24

附 录 E （资料性） 车轴标记..... 29

附 录 F （资料性） 车轴包装方法..... 30

附 录 G （规范性） 荧光磁粉和油基载液技术要求..... 31

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替TB/T 2945—1999《铁道车辆用LZ50钢车轴及钢坯技术条件》，与TB/T 2945—1999相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了术语和定义（见第3章）；
- b) 更改了车轴钢危害元素的控制要求（见4.1.1，1999年版的5.1）；
- c) 更改了车轴钢坯力学性能要求（见4.2.1，1999年版的5.3.8）；
- d) 更改了车轴钢坯晶粒度要求及检测方法（见4.3.1，1999年版的5.3.9）；
- e) 更改了车轴钢非金属夹杂物要求及检测方法（见4.4.1，1999年版的5.3.10）；
- f) 更改了车轴探伤要求与检测方法（见5.6，5.7，1999年版的5.7.1，5.7.2）；
- g) 更改了车轴钢坯及成品的复验与判定规则（见6.1.3，6.2.3，1999年版的6.1.5，6.2.3；）；
- h) 增加了钢氢含量检测方法（见附录A）；
- i) 增加了疲劳性能要求和试验方法（见附录B）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由铁路行业基础通用及运输设备标准化技术归口单位提出并归口。

本文件起草单位：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，中车齐齐哈尔车辆有限公司，中车浦镇车辆有限公司，太原重工轨道交通设备有限公司，晋西车轴股份有限公司，山西太钢不锈钢股份有限公司。

本文件主要起草人：吴毅，李翔，徐力，黄永巍，张澎湃，唐振英，孙海东，徐俊生，任明明，张锦文，卢思哲。

机车车辆车轴 车辆

1 范围

本文件规定了铁路车辆车轴钢坯及车轴的技术要求和检验方法、检验规则、标记、质量证明书及防护。

本文件适用于铁路车辆LZ50、LZ45CrV钢坯及车轴的制造、订货和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 258 汽油，煤油，柴油酸度测定法
- GB/T 261 闪点的测定 宾斯基-马丁闭口法
- GB/T 265 石油产品运动黏度测定法和动力黏度计算法
- GB/T 1979—2001 结构钢低倍组织缺陷评级图
- 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 4337 金属材料 疲劳试验 旋转弯曲方法
- GB/T 6394—2017 金属平均晶粒度测定法
- GB/T 9445 无损检测 人员资格鉴定与认证
- GB/T 10561—2023 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 脉冲加热惰气熔融-红外线吸收法
- 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 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 23907—2009 无损检测 磁粉检测用试片
- GB/T 27664.1—2011 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第1部分：仪器
- GB/T 27664.2—2011 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第2部分：探头
- GB/T 27664.3—2012 无损检测 超声检测设备的性能与检验 第3部分：组合设备
- GB/T 24176 金属材料 疲劳试验 数据统计方案与析方法
- GB/T 37454 铁路车辆非动力车轴设计方法
- TB/T 1010 铁道车辆轮对及轴承型式与基本尺寸

TB/T 2395 铁道机车车辆动力车轴设计方法
JB/T 8290—2011 无损检测仪器 磁粉探伤机

3 术语和定义

TB/T 3585—2023界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 中心孔 Central hole

车轴轴端中心顶针孔。

4 车轴钢坯技术要求和检验方法

4.1 车轴钢坯制造

4.1.1 要求

- 4.1.1.1 车轴钢坯采用模铸或连铸工艺生产，应采用保护浇铸方式；连铸时应采用电磁搅拌等技术措施。
- 4.1.1.2 钢坯应用电炉或碱性氧气转炉冶炼优质镇静钢制造，并经炉外精炼和真空脱气处理。
- 4.1.1.3 车轴钢牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 1 的规定。

表 1 车轴钢牌号和化学成分（熔炼分析）

车轴钢 牌号	代号	化学成分（质量分数） %										
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Al _t	V
LZ50	LZW	0.47～ 0.57	0.17～ 0.40	0.60～ 0.90	≤0.020	≤0.020	≤0.30	≤0.30	—	≤ 0.25	0.020～ 0.045	—
LZ45CrV	LZH	0.40～ 0.48	0.17～ 0.37	0.55～ 0.85	≤ 0.020	≤ 0.020	0.40～ 0.65	0.15～ 0.30	0.07～ 0.15	≤ 0.25	0.015～ 0.040	0.06～ 0.15

注：Alt 指全铝含量

- 4.1.1.4 对成品钢坯化学成分进行验证分析时，C、Mn、Si 元素与表 1 规定的成分范围的允许偏差应符合表 2 的规定，其余元素与表 1 规定的成分范围的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

表 2 化学成分允许偏差

元素名称	化学成分（质量分数） %		
	C	Mn	Si
偏差值	±0.02	±0.03	±0.02

- 4.1.1.5 钢液中氢含量[H]不应大于 2.0×10^{-6} ；车轴钢坯总氧含量 T.O 不应大于 2.0×10^{-5} 。
- 4.1.1.6 钢坯轧制或锻造加热时应避免出现“过烧”或“过热”。

- 4.1.1.7 采用模铸和连铸工艺生产的车轴钢坯均应满足规定的压缩比要求。采用轧制工艺制造车轴钢坯时，从钢锭最小截面到车轴成品最大截面的压缩比（面积比）不应小于 6:1，从连铸坯到车轴成品最大截面的压缩比（面积比）不应小于 3:1；采用锻造工艺制造车轴钢坯时，从钢锭最小截面或连铸坯到车轴成品最大截面的压缩比（面积比）不应小于 3:1。
- 4.1.1.8 轧制或锻造后的钢坯应入坑缓冷或堆垛冷却。

4.1.2 取样位置

化学成分测定用试样的取样和制样方法应符合 GB/T 20066 规定，车轴钢坯化学成分、氧含量取样位置应符合图 1 的规定。

单位为毫米

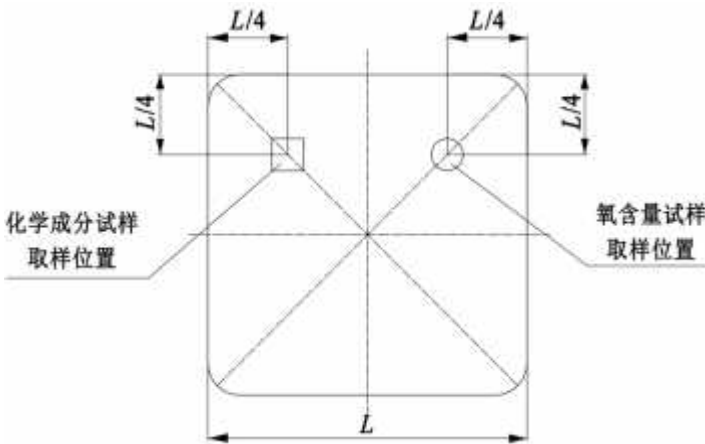


图1 成品钢坯化学成分、氧含量取样方法

4.1.3 试验方法

化学成分试验方法可按 GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20125 的规定进行；氢含量测试试验方法可按附录 A 执行。当出现异议时，应按 GB/T 223、GB/T 11261 的规定，以成品车轴化学成分分析结果进行仲裁。

4.2 车轴样坯力学性能

4.2.1 要求

取自车轴钢坯用来进行力学性能检验的样坯经过“正火”或“正火+回火”热处理后，其性能结果应符合表 3 的规定。

表 3 车轴样坯力学性能

车轴钢牌号	R_m MPa	R_{eL}^a MPa	A	Z	KU_2 J (20℃，缺口深度2 mm)	
					纵向 ^b	横向 ^b
LZ50	≥645	≥365	≥19%	≥35%	—	—

LZ45CrV	≥690	≥390	≥19%	≥35%	≥40	≥35
<p>^a 屈服强度不明显时，应进行规定非比例延伸强度$R_{p0.2}$的试验。</p> <p>^b 表中要求为三个试样的平均冲击值，只允许存在一个测量值低于规定的下限值且应大于或等于0.7倍规定的下限值。</p>						

4.2.2 取样位置

样坯应先按图 2 和图 3 所示切割线切割后，再进行热处理。样坯经过热处理后，LZ50 钢样坯应按图 2 中切割线切取进行力学性能检验，力学性能试样取样位置应符合图 2 的规定；LZ45CrV 钢应按图 3 中切割线切取进行力学性能检验，力学性能试样取样位置应符合图 3 的规定。

单位为毫米

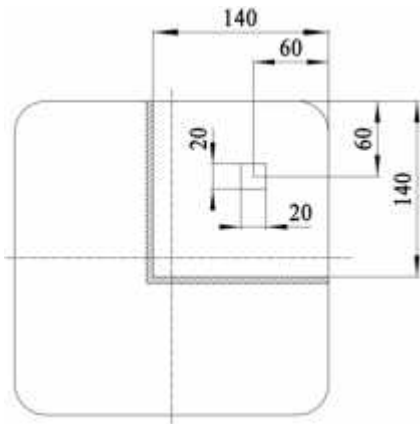
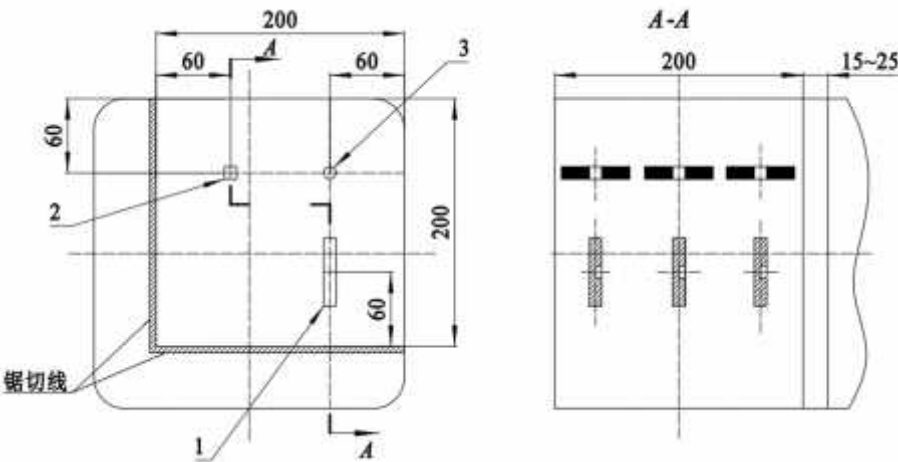


图2 LZ50 钢样坯拉伸性能试样从样坯上切取的部位及样坯的尺寸

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——横向冲击试样，共3个；
- 2——纵向冲击试样，共3个；
- 3——纵向拉伸试样，1个。

图3 LZ45CrV 钢样坯拉伸性能试样从样坯上切取的部位及样坯的尺寸

4.2.3 试验方法

- 4.2.3.1 拉伸试验应按 GB/T 228.1 规定的方法进行检验，拉伸试样平行长度内直径为 10mm，原始标距长度为其直径的 5 倍。
- 4.2.3.2 冲击试验按 GB/T 229 规定的方法进行检验。

4.3 车轴样坯晶粒度

4.3.1 要求

整个试样应显示为均匀的细晶粒组织，晶粒度应不低于 6 级。

4.3.2 取样位置

LZ50 钢在热处理后的样坯上按图 2 所示拉伸试样的位置取样，LZ45CrV 钢在热处理后的样坯上按图 3 所示拉伸试样的位置取样。试样也可取自拉伸试样未变形的大端。

4.3.3 试验方法

试样在金相显微镜下放大 100 倍观察，应按 GB/T 6394—2017 规定的方法进行晶粒度检验。

4.4 车轴钢坯非金属夹杂物

4.4.1 要求

车轴钢坯中各类非金属夹杂物级别应符合表 4 的要求。

表 4 车轴钢坯非金属夹杂物级别

A (硫化物类)		B (氧化铝类)		C (硅酸盐类)		D (球状氧化物类)		B+C+D ^a		DS (大颗粒球状氧化物类)
粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	
≤1.5	≤.0	≤1.5	≤2.0	≤1.5	≤.0	≤1.5	≤2.0	≤3.0	≤4.0	≤2.0
^a 同一视场中同时出现 B、C、D 类或其中任意两类夹杂物时应合并评级，合并评定级别不应大于本表规定的“B+C+D”值。B、C、D 三类夹杂物独立评定后级别和不应大于本表规定的“B+C+D”值。										

4.4.2 取样位置

试样在车轴钢坯横截面半长中部切取，金相磨面通过轴心线，具体取样位置应符合图 4 规定。

单位为毫米

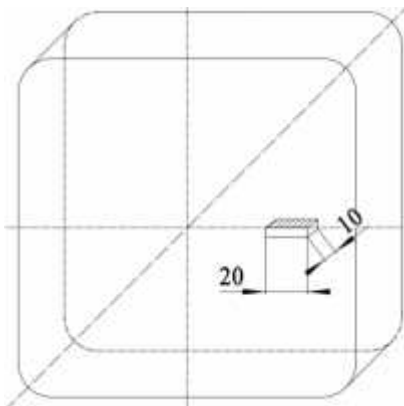


图4 车轴钢坯非金属夹杂物取样位置

4.4.3 试验方法

按 GB/T 10561—2023 规定的金相法进行检验。

4.5 车轴钢坯低倍组织

4.5.1 要求

热轧或锻造钢坯的横向酸浸低倍试片上不应有肉眼可见的白点、白亮带、裂纹、残余缩孔、分层、气泡、夹渣、夹杂（非金属、异金属）和翻皮等；酸浸低倍组织级别应符合表5的规定。

表 5 车轴钢坯酸浸低倍组织级别

一般疏松	中心疏松	锭型偏析	点状偏析
≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤1.5

4.5.2 取样位置

从模铸钢锭头部钢坯或连铸钢坯任一流次钢坯上取横向试片进行试验。

4.5.3 试验方法

按GB/T 226的规定进行检验，按GB/T 1979—2001的规定进行评定。

4.6 车轴钢坯表面质量

4.6.1 要求

- 4.6.1.1 钢坯以热轧或锻造状态交货。
- 4.6.1.2 钢坯头尾应有足够的切除率，以保证端面不应有缩孔残余、夹杂和分层。钢坯表面不应有结疤、夹渣、折叠、气泡条纹和裂纹，如有上述缺陷应清除。深度不超过 2mm 的压痕、氧化铁皮脱落造成的麻点可不清除。
- 4.6.1.3 钢坯表面的清理应符合如下规定：
 - a) 钢坯表面采用机械修磨清理；

b) 钢坯清理时，应沿钢坯的长度方向进行，其边缘应圆滑过渡，清理的宽度不应小于清理深度的 6 倍，清理深度（从钢坯实际尺寸算起）不应大于 4mm。

4.6.2 检查方法

目视或用相应量具进行检查。

4.7 车轴钢坯尺寸、外形及重量

4.7.1 要求

4.7.1.1 钢坯截面尺寸及极限偏差应符合表 6 的规定。

4.7.1.2 钢坯的长度极限偏差为⁺³⁰₀ mm。

注：定尺为由标准规定的成品钢材或钢坯的特定长度；倍尺为按需方要求的单倍尺长度切成整数倍的长度。

表 6 钢坯截面尺寸及极限偏差 单位为毫米

钢坯截面尺寸	尺寸极限偏差	
	高	宽
230×230 250×250 260×260 280×280	±4.0	±5.0

4.7.1.3 热轧钢坯截面的角部为圆弧形，其圆角半径 r 应为宽度的 0.1 倍~0.2 倍。

4.7.1.4 钢坯表面的平面度，对截面尺寸为 230 mm×230 mm、250 mm×250 mm、260 mm×260 mm、280 mm×280 mm 的钢坯，每面平面度不应大于 4.0mm。

4.7.1.5 剪切时钢坯端部的压扁值不应大于截面边长的 25%。

4.7.1.6 钢坯通常按实际重量交货。经需方同意也可按理论重量交货。按理论重量交货时，钢坯理论单重按公式(1)计算或参照表 7 规定。

$$G = 0.981 \times 10^{-9} (25 + L) a^2 \dots \dots \dots (1)$$

式中：
G——每支钢坯的重量, 单位为千克（kg）；
L——每支钢坯的定尺（倍尺）长度或非定尺钢坯实长减 25，单位为毫米（mm）；
a——钢坯截面公称边长，单位为毫米（mm）；
——钢的密度 7850kg/m³；
0.981——考虑钢坯圆角半径和换算得出的系数。

表 7 钢坯理论单重

钢坯截面尺寸 mm×mm	理论单重 kg/m
230×230	407.3
250×250	481.3
260×260	520.6
280×280	603.7

4.7.2 检查方法

目视或用相应量具进行检查。

5 车轴技术要求和检验方法

5.1 车轴制造技术要求

5.1.1 车轴制造厂应根据车轴最大直径尺寸选择钢坯的截面尺寸,从车轴钢坯到车轴成品最大截面的面积比不应小于 1.5: 1。

5.1.2 下料应采用机械切割,不应使用火焰切割。

5.1.3 车轴采用锻造工艺制造成型,锻造时应均匀加热钢坯,不应发生钢坯“过热”或“过烧”。

5.1.4 车轴应使用快锻机、精锻机等合理的锻造设备及其配套的工艺装备进行锻造。

5.1.5 轴坯下料时,应预留带延长体试样的车轴。每一热处理批次中,带延长体试样的车轴不应少于 3%~5%。车轴延长体的直径至少应等于轴颈的锻造直径。

5.1.6 车轴锻造应确保其锻造顺序号(轴号)、锻造年月、熔炼炉(罐)号等质量信息的可追溯性。

5.1.7 车轴锻造后应冷却到 500℃ 以下,方可进行热处理。

5.1.8 LZ50 钢车轴的热处理工艺方法为两次正火+一次回火, LZ45CrV 钢车轴的热处理工艺方法为正火+回火。不应使用台车炉进行热处理。

5.1.9 车轴需校直时,应在不低于 510℃ 的热态下进行,校直后不应影响产品性能。

5.2 车轴化学成分

5.2.1 要求

车轴化学成分应符合第 4.1.1 的相应要求。

5.2.2 取样位置

车轴化学成分取样部位为车轴轴颈处或与轴颈同样直径的延长体,试样应取自 1/2 半径位置处。

5.2.3 试验方法

化学成分试验方法可按 GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20125 的规定进行;当出现异议时,应按 GB/T 223、GB/T 11261 的规定,以成品车轴化学成分分析结果进行仲裁。

5.3 车轴力学性能

5.3.1 要求

热处理后的车轴力学性能应符合表 8 的规定。

表 8 热处理后车轴的力学性能

车轴钢牌号	R_m MPa	R_{eL}^a MPa	A	Z	KU_2 J (20 , 缺口深度2 mm)	
					纵向 ^b	横向 ^b
LZ50 ^c	≥610	≥345	≥20%	≥37%	—	—
LZ45CrV	≥670	≥375	≥20%	≥37%	≥50	≥40
<p>^a 屈服强度不明显时, 应进行规定非比例延伸强度$R_{p0.2}$的试验。</p> <p>^b 表中要求为三个试样的平均冲击值, 只可一个低于规定的下限值且应大于或等于0.7倍规定的下限值。</p> <p>^c 对于LZ50钢车轴, 当拉伸试样取自延长体部位时, 抗拉强度和屈服强度的最小值应分别比表8中规定要求值大5%。</p>						

5.3.2 取样位置

- 5.3.2.1 拉伸试验取样部位应为车轴轴颈处或与轴颈同样直径的延长体, 试样应取自 1/2 半径位置处, 并与车轴轴线平行。
- 5.3.2.2 冲击试验取样部位应为车轴轴颈处或与轴颈同样直径的延长体, 试样应取自 1/2 半径位置处, 纵向冲击试样与车轴轴线方向平行; 横向冲击试样与车轴直径方向垂直。

5.3.3 试验方法

- 5.3.3.1 拉伸试验按 GB/T 228.1 进行, 拉伸试样平行长度内直径为 10 mm, 原始标距长度为其直径的 5 倍。
- 5.3.3.2 冲击试验按 GB/T 229 进行。

5.4 车轴晶粒度及非金属夹杂物

5.4.1 要求

- 5.4.1.1 热处理后车轴的晶粒度试样应全部显示为均匀的细晶粒组织, 晶粒度不应低于 6 级。
- 5.4.1.2 非金属夹杂物应符合表 4 的规定。

5.4.2 取样位置

- 5.4.2.1 车轴晶粒度检验试样取样位置为车轴轴颈处或与轴颈同样直径的延长体, 试样应取自 1/2 半径位置处, 应符合图 5 的规定, F 方向为观察面方向。在横截面上制取 200 mm² 面积 (长×宽尺寸) 的试样。
- 5.4.2.2 非金属夹杂物取样部位与晶粒度取样相同, 观察面方向同图 5 中 F 方向垂直, 在纵向剖面上制取 200 mm² 面积 (长×宽尺寸) 的试样。

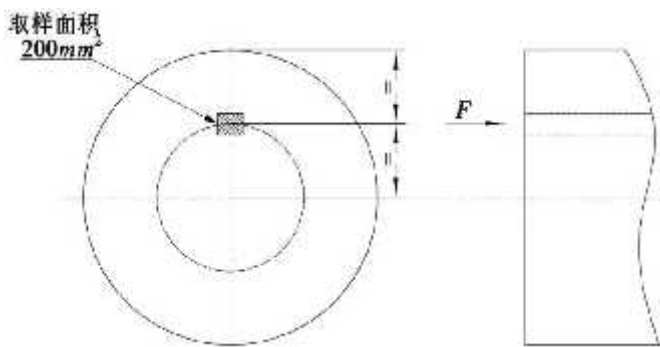


图5 车轴金相组织、晶粒度物取样位置

5.4.3 试验方法

5.4.3.1 晶粒度试验按 GB/T 6394—2017 进行，试样在金相显微镜下放大 100 倍观察。

5.4.3.2 非金属夹杂物按 GB/T 10561—2023 规定的金相法进行检验。

5.5 车轴疲劳性能

机车车辆车轴应在设计定型时，根据需要进行疲劳性能测试，具体的疲劳性能要求应符合附录B的规定。

5.6 超声检测

车轴应进行超声检测，超声检测分为综合透声性能检测和内部缺陷检测, 超声检测技术要求及方法应符合附录C的规定。

5.7 磁粉检测

车轴应进行磁粉检测，磁粉检测技术要求及方法应符合附录D的规定。

5.8 车轴型式尺寸及形位公差

5.8.1 要求

5.8.1.1 车轴应按经规定程序批准的图样进行加工，车轴型式和基本尺寸应满足 TB/T 1010 的规定。

5.8.1.2 根据订货要求可制成半精加工车轴或精加工车轴，其表面加工质量、尺寸公差和形位公差均应符合订货图样要求。半精加工和精加工车轴端面均应加工出中心孔和螺栓孔。根据用户需要，在订货合同中注明，螺栓孔也可由用户加工。

5.8.1.3 精加工表面不应存在有害缺陷；半精加工表面不应存在精加工时不能消除的刀痕和损伤。

5.8.2 检查方法

目视和用相应量具进行检查。

6 检验规则

6.1 车轴钢坯检验规则

6.1.1 组批规则

车轴钢坯应成批检验，每批由同一牌号、同一炉（罐）号、同一规格、同一交货状态车轴钢坯组成。

6.1.2 检验分类与检验项目

车轴钢坯检验分为出厂检验和型式检验，检验项目和要求应符合表9的规定。车轴制造厂按表9规定对钢坯进行入厂复验（可不做[H]、T. 0、力学性能、晶粒度的复验）。样坯应取自模铸钢锭头部钢坯（如无头部钢坯时，应从最接近头部的钢坯上取样）或连铸钢坯任一流次钢坯。

表 9 车轴钢坯检验项目和要求

序号	检验项目		检查或试验数量	型式检验	出厂检验	技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
1	化学成分		1 个/炉（罐）			4.1.1	4.1.3
2	力学性能	拉伸性能	1 个/批			4.2.1	4.2.3
		冲击性能 ^a	1 组/批			4.2.1	4.2.3
3	晶粒度		1 个/批			4.3.1	4.3.3
4	非金属夹杂物		1 个/炉（罐）			4.4.1	4.4.3
5	低倍组织		1 个/炉（罐）			4.5.1	4.5.3
6	表面质量		逐支			4.6.1	4.6.2
7	外形、尺寸		逐支			4.7.1	4.7.2
^a 仅适用于 LZ45CrV 材质车轴；其中横、纵向应各 3 个试样。 ^b 检验样坯长度不应小于 300mm。							

6.1.3 复验与判定规则

- 6.1.3.1 若发现钢坯白点不应复验，整炉报废处理。
- 6.1.3.2 如因力学性能中某一项或晶粒度不合格时，允许重新取样热处理，检验后重新判定。
- 6.1.3.3 需方对钢坯初验不合格时，按以下规定进行复验与判定。

6.1.3.3.1 模铸钢坯复验与判定规则

试验结果如有一项不符合本文件要求时，则该支钢坯判为不合格。另从该批任何两个带“A”字的钢坯头部取同样长度的两段样坯进行全项目的复验。复验结果（包括该项试验所要求的任一指标）如果有一项指标不合格，则该批所有带“A”字的钢坯判为不合格。再从另外任何两根带“A”字的钢坯的另一端或 B 端的头部切取试样进行全项目试验，当试验结果全部合格时，除“A”段钢坯外，其他段的钢坯均为合格，如果其中有一个试样的任一指标不合格，则该批全部钢坯判为不合格。

6.1.3.3.2 连铸钢坯复验与判定规则

试验结果如有一项不符合本标准要求时，则该支钢坯判为不合格。再从同批另两支钢坯上取样进行全项目的复验。其中一块复验样坯应在同一流次铸坯所制的钢坯上取样，另一块复验样坯应在其它流次铸坯所制的钢坯上取样。连铸钢坯只有一流钢坯时，可选取该流中任意两支进行双倍复验。两块复验样坯的复验结果都符合本标准规定时，该批钢坯判为合格。否则，该批钢坯判为不合格。

6.2 车轴检验规则

6.2.1 组批规则

每一热处理批次车轴的数量不应多于 70 根，且应由同一熔炼炉号或虽为不同熔炼炉号但其含碳量（以钢坯成品分析结果为准）的偏差不超过 0.03%的车轴组成。

6.2.2 检验分类与检验项目

车轴检验分为出厂检验和型式检验，检验项目和要求应符合表 10 的规定。按批进行出厂检验。

表 10 车轴检验项目和要求

序号	检验项目		检查或试验数量	型式检验	出厂检验	技术要求 对应条款	检验方法 对应条款
1	化学成分		1 个/炉（罐）		—	5.2.1	5.2.3
2	力学性能	拉伸性能	1 个/批			5.3.1	5.3.3
		冲击性能 ^{a、b}	1组/批			5.3.1	5.3.3
3	晶粒度		1 个/批			5.4.1	5.4.3
4	非金属夹杂物		1 个/炉（罐）		—	5.4.1	5.4.3
5	小试样疲劳试验 ^{a、c}		15个/组		—	5.5	附录B
6	全尺寸疲劳试验 ^a		3个		—	5.5	附录B
7	超声检测	综合透声性能检测	逐根			5.6	附录C
		内部缺陷检测	10%（每熔炼炉次）			5.6	附录C
8	磁粉检测		逐根			5.7	附录 D
9	外观及尺寸		逐根			5.8.1	5.8.2
^a 仅适用于 LZ45CrV 材质车轴。 ^b 其中横、纵向应各 3 个试样。 ^c 新车轴钢坯厂供货时。							

6.2.3 复验与判定规则

复验和判定要求如下：

- a) 每一热处理批次的车轴做一次力学性能检验和晶粒度检验，试验结果代表本批次车轴的力学性能和晶粒度；
- b) 任何一个热处理批次车轴的力学性能试验结果达不到规定要求时，可从该批次另外两根车轴延长体上各取 1 组试样进行全项目复验，若所有试样复验结果全部合格，则判定除第一次试验样轴不合格外，该批车轴合格；若其试验结果中有一根试样的任一项指标仍不合格时，则该批车轴为不合格，应重新进行热处理；
- c) 如果任何一批车轴的晶粒度达不到要求时，不应复验，应重新热处理；
- d) 车轴超声波内部缺陷检测出现不合格时，则该熔炼炉次车轴全部进行内部缺陷检测，合格车轴正常使用，不合格车轴报废；
- e) 任何一批车轴进行重新热处理次数不应超过三次；每次重新热处理后，应按本标准要求重新进行全部项目的检验。

6.3 型式检验

有下列情况之一时应进行型式检验：

- 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) 生产场地发生变更时。

7 标记、质量证明书及防护

7.1 钢坯标志

每支钢坯的端面应有能够长久保持（长期可识别、注明）的如下明显标志：

- a) 牌号和（或）代号；
- b) 熔炼炉（罐）号；
- c) 钢坯规格；
- d) 模铸车轴钢应标记 A、B、C、D……、Z 等节号，连铸车轴钢应标记流号、支号；
- e) 制造厂名称或代号；

其中：模铸车轴钢所有相当于钢锭头部的车轴钢靠近帽口的端面应标记“A”。一个钢锭轧（锻）两支以上车轴钢时，从第二支车轴钢起，在靠近钢锭帽口的端面上依次标记“B”、“C”等，最后一支（相当于钢锭尾部）标记为“Z”，连铸车轴钢的端面应标记流号（如：1、2…）、支号（从首支钢坯开始依次用01、02…表示），可将流号、支号连续编写（如：101、102…）。具体标记图示见图6。

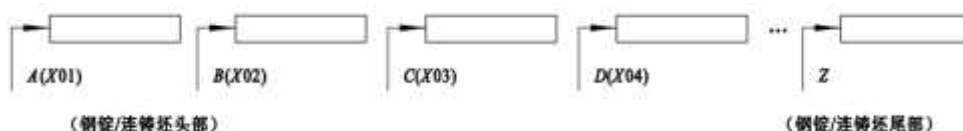



图6 车轴钢坯分节标记图

7.2 车轴标志

7.2.1 车轴应标记制造标志，制造标志应按规定打印在某一扇区内，并永久保留。

7.2.2 车轴标识内容、位置及字体高规定：

- a) 熔炼炉（罐）号：为钢坯制造厂自编的炉（罐）号；
- b) 车轴钢种标志：LZ50 车轴钢标记为“W”，LZ45CrV 车轴钢标记为“H”，打在熔炼炉（罐）号后面；
- c) 车轴制造（锻造）工厂代号：用三位阿拉伯数字表示，如 063；
- d) 车轴锻造年、月：分别用两位阿拉伯数字表示，如 2409；
- e) 车轴锻造顺序号（轴号）：用 1~6 位阿拉伯数字表示，从 000001~999999 循环刻打，如 793109；
- f) 车轴方位标志：用“左”字表示；
- g) 车轴轴型标志：用字母及阿拉伯数字表示，如 RF₂、RE_{2B}、RD₂ 等，下角标字高 5 mm；
- h) 超声波综合透声性能检测工作者的责任钢印标志：，三角形 C 字高 5 mm，超探工作者编号 5 字体高 3 mm，三角形框高 8 mm，下底宽 10 mm；
- i) 超声波综合透声性能检测钢印标志：“↑”，标记高 10 mm；
- j) 凡未特殊标明字体高的，一律为 7 mm。各项内容的排列位置见附录 E。

7.3 质量证明书

7.3.1 钢坯质量证明书

车轴钢坯的质量证明书应符合 GB/T 2101 的相关规定和质量证明书的一般规定，并标明生产工艺（模铸或连铸）。

7.3.2 车轴质量证明书

每根车轴交货时均应有车轴质量证明书，其内容包括：

- a) 车轴制造厂名称；
- b) 熔炼炉（罐）号；
- c) 车轴钢代号；
- d) 车轴型号或用户图号；
- e) 车轴锻造年-顺序号（轴号）；
- f) 车轴热处理次数；
- g) 本标准规定的各项出厂检验结果。

7.4 防护

7.4.1 半精加工和精加工车轴应采取适当的防锈措施，并包扎完好，在正常条件下，一年内不应锈蚀，中心孔应用油脂堵满，以免杂质侵入。

7.4.2 车轴在加工、装卸和运输等过程中不应抛掷、碰伤和划伤。

7.4.3 车轴应入库保管，保持干燥，存放时使之易于识别标记。

7.4.4 车轴包装方法如下：

- a) 半精加工车轴每五件车轴组装成一个包装单元，用两套五连环箍架分别在两端轴颈处将其固定，轴端用端盖保护，使之免受腐蚀和冲击，五连环箍架和端盖技术要求，参见附录 F；
- b) 也可采用买方认可的其他包装方法。

附录 A

(规范性)

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，通过热传导率检测或热导计（TCD）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。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（不应使用透明石英）；
- 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 ~1050 范围内真空提取；
- b) 在 650 ± 20 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)

疲劳性能要求和试验方法

B.1 总体要求

- 应在以下两个方面对疲劳性能进行估算，以预见车轴在正常运用条件下的工作情况：
- a) 对于材料本身，试验在小尺寸试样上进行，其形状不取决于产品的几何形状；
 - b) 对于产品本身，试验在全尺寸试样上进行，其尺寸和制造过程与最终产品以及其相关的允许制造缺陷近似。

B.2 车轴小试样疲劳试验

B.2.1 疲劳性能要求

对车轴小尺寸光滑试样疲劳极限 R_{FL} 和带有缺口试样的疲劳极限 R_{FE} 进行测试，结果应满足表B.1的规定。

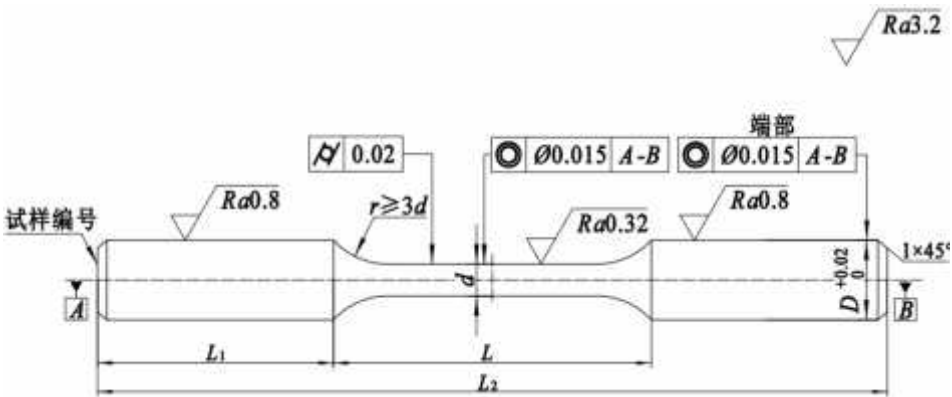
表 B.1 车轴检验项目和要求

代号	F_1 Mpa	R_{FL} Mpa	R_{FE} Mpa	$q=R_{FL}/R_{FE}$
LZ45CrV	≥ 210	—	—	≤ 1.47

B.2.2 疲劳试验样及取样位置

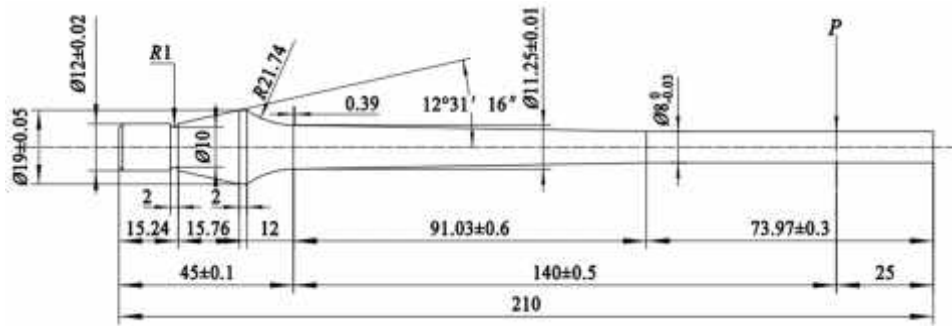
车轴小试样疲劳试验采用推荐的四点加力圆柱形试样或悬臂梁试样进行，试样形状示意图如图B.1和图B.2所示。

单位为毫米



图B.1 四点加力圆柱形试样示意图（示例1）

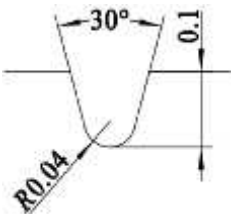
单位为毫米



图B.2 悬臂梁试样示意图（示例2）

采用GB/T 4337推荐的四点加力圆柱形试样，试样应尽可能取自接近实物车轴，且尽量靠近车轴轴身的表面。用于确定 R_{FE} 的V型缺口按图B.1规定，在要求产生疲劳裂纹区域的试样直径应 $\Phi 9.5\text{mm}$ 。

单位为毫米



图B.3 小试样疲劳试验缺口示意图

B.2.3 检验方法

对于 R_{FL} 和 R_{FE} 的测试，应至少分别采用15个试样进行试验，在 1×10^7 次应力循环和50%的失效概率条件下，采用升降法得出测试值，试验按照GB/T 4337方法进行，按照GB/T 24176方法统计试验结果。

B.3 车轴全尺寸疲劳试验

B.3.1 疲劳性能要求

在全尺寸试样上确定的疲劳性能值是用来验证车轴疲劳特性是否满足根据TB/T 2395或GB/T 37454计算的最大许用应力。这些疲劳性能用于轴的不同区域，本文件只考虑应用于轴身的疲劳性能。结果应满足表B.1的规定。

B.3.2 疲劳试验样及取样位置

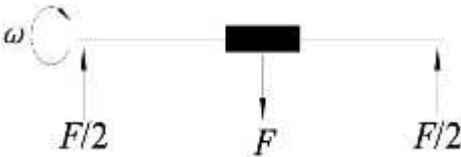
全尺寸试样的考核部位应与车轴产品相应部位具有相近的几何形状及表面粗糙度，且制造工艺与批量生产产品的车轴相同，取三个试样进行试验。

B.3.3 检验方法

车轴相应部位应在表B.1中给出的F1所对应的最小应力作用下完成 10^7 次应力循环后，用磁粉方法对车轴进行检测以验证疲劳试验过程中是否出现裂纹。在F1作用下完成 10^7 次应力循环后无裂纹产生，视为合格。

试验应力数值应采用梁理论(可结合应变片插值法)确定。试验应力应为考核部位的疲劳应力，疲劳应力为考核部位的名义值应乘以应力集中系数，应力集中系数按照TB/T 2395或GB/T 37454取值。

试验用的设备应能够在车轴疲劳考核区域产生交变的旋转弯曲应力，车轴全尺寸疲劳试验台应能在车轴验证截面上施加应力幅恒定的弯扭载荷。试验过程中，应能通过对相关参数进行持续监控以确保施加的名义应力幅值持续稳定在±5 MPa的范围内。车轴疲劳极限的获得可采用简支梁法、悬臂梁法及偏心共振法，三种方法的示意图见图B.4、图B.5及图B.6。



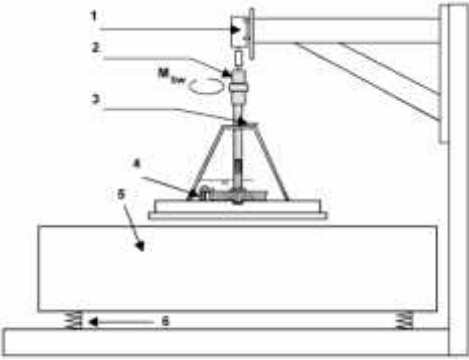
说明：
——角速度；
 F ——检验载荷。

图B. 4 基于简支梁法的疲劳试验示意图



说明：
——角速度；
 H ——检验载荷。

图B. 5 基于悬臂梁法的疲劳试验示意图



说明：
1——电机；
2——偏心振动套筒；
3——位移探头；
4——夹持装置；
5——抗振地基；
6——弹簧；
 M_{bw} ——弯矩。

图B. 6 基于偏心共振法的疲劳试验示意图

疲劳试验台可施加载荷、施加应力或施加位移的方法进行应力控制。宜对基于这三种控制方法所用参数的确定度进行验证，以便保证没有超出基于施加的名义应力允许的最大误差。

附录 C

(规范性)

超声检测

C.1 检测人员

C.1.1 检测人员应取得铁路无损检测人员 2 级或以上级别的超声无损检测人员技术资格证书。

C.1.2 检测人员应熟悉本文件规定的各项技术条款，并通过车轴超声检测岗位培训。

C.1.3 其他要求应符合 GB/T 9445 的规定。

C.2 仪器、探头及系统组合性能

C.2.1 超声检测仪（超声探伤单元）

超声检测仪（超声探伤单元）性能指标应符合 GB/T 27664.1 的规定。

C.2.2 超声波探头

C.2.2.1 综合透声性能检测用探头

综合透声性能检测用探头：2.0 MHz， 20 mm。

C.2.2.2 内部缺陷检测用探头

内部缺陷检测用探头：2.0 MHz~10.0 MHz，矩形或圆形晶片。

C.2.2.3 中心回波频率误差

中心回波频率误差应小于或等于 10 %。

C.2.2.4 声轴偏斜角误差

纵波直探头声轴偏斜角误差应小于或等于 1.0°。

C.2.2.5 其他技术指标

其他技术指标应符合 GB/T 27664.2 的规定。

C.2.3 系统组合性能

车轴检测系统组合性能应符合 GB/T 27664.3 的规定。

C.3 耦合剂

耦合剂可用水、机油、甘油、轴承脂或磨削液等合适的耦合剂。校验检测灵敏度和检测作业时，应使用相同的耦合剂。

C.4 试块

TS-3 标准试块应符合 C.9 的规定。TS-2 实物对比试块应符合 C.10 的规定。

C.5 检测规定

C.5.1 检测项目

C.5.1.1 综合透声性能

车轴应进行综合透声性能检测。

综合透声性能检测应仅在车轴两端面（或中心孔）加工后进行。

C.5.1.2 内部缺陷

车轴内部缺陷检测应采用距离—波幅曲线法（DAC 曲线法）及底面回波衰减法，从外表面检测。

C.5.2 检测面

C.5.2.1 综合透声性能检测面

车轴两端面的全部区域。

C.5.2.2 内部缺陷检测面

车轴外圆全表面（过渡圆弧部位除外）。

C.5.2.3 检测面要求

车轴端面粗糙度 MRR Ra 6.3，外圆面粗糙度 MRR Ra 12.5。

C.5.3 检测区域

超声波一次声程能到达的区域即为车轴检测区域。

C.5.4 扫查速度

手工检测时，车轴外圆表面扫查速度不应大于 150mm/s，轴端表面扫查速度不应大于 50mm/s。

自动检测时，扫查速度应以可检测出标准（或对比）试块上的各人工缺陷为准。

检测区域覆盖率不应小于 10%。

C.6 检测方法

C.6.1 声程调节

根据车轴长度和各部位几何尺寸，调节相应声程。

C.6.2 综合透声性能检测

C.6.2.1 综合透声性能检测基准灵敏度

将 2.0MHz、20mm 纵波直探头置于 TS-3 标准试块探测面上，使 3.2mm 平底孔第 1 次回波最高幅度达到垂直刻度满幅度的 20%，即为车轴综合透声性能检测基准灵敏度。

C.6.2.2 综合透声性能检测灵敏度

C.6.2.2.1 铣削加工端面综合透声性能检测灵敏度

无中心孔时，综合透声性能检测基准灵敏度即为检测灵敏度。

有中心孔时，在综合透声性能检测基准灵敏度的基础上增益 3dB，即为检测灵敏度。

C.6.2.2.2 车削加工端面综合透声性能检测灵敏度

无中心孔时，在综合透声性能检测基准灵敏度的基础上增益 4dB，即为检测灵敏度。

有中心孔时，在综合透声性能检测基准灵敏度的基础上增益 7dB，即为检测灵敏度。

C.6.3 内部缺陷检测

C.6.3.1 距离-波幅曲线法（DAC 曲线法）

C.6.3.1.1 DAC 曲线制作

将直探头分别置于 TS-2 实物对比试块轴颈、轮座和轴身上，调整仪器，以 1~3 号、4~6 号、7~9 号不同声程的平底孔的测试分贝值绘制轴颈、轮座和轴身部位径向检测用 DAC 曲线。使用前应对曲线进行校验。

C.6.3.1.2 检测灵敏度

将直探头分别置于 TS-2 实物对比试块轴颈、轮座和轴身上，调整仪器，将 1 号、4 号、7 号平底孔回波高度调为垂直刻度满幅度的适当高度，然后补偿试块与实物车轴之间的耦合差，即为轴颈、轮座和轴身部位检测灵敏度。

车轴齿轮座、盘座等部位内部缺陷检测时，可借用直径相当的轮座部位平底孔调节检测灵敏度，也可制作相应平底孔。

C.6.3.2 底面回波衰减法

将直探头置于 TS-2 实物对比试块轴身上，使 10 号锥孔处轴身底面回波高度为垂直刻度满幅度的 50%，然后补偿试块与实物车轴各部位之间的耦合差及声程差，即为车轴底面回波衰减法检测灵敏度。

C.6.4 灵敏度复核

每班检测结束后，应按 C.6.2、C.6.3 的规定进行相应检测项目的基准灵敏度复核。与开工校验基准灵敏度相比，下降不应大于 4dB。不合格时应对该班检测的车轴全部重新检测。

C.7 验收

C.7.1 车轴综合透声性能

C.7.1.1 验收区域：车轴端面中心至 1/2 半径范围以内区域，区域边界以探头中心为准。

C.7.1.2 碳素钢车轴底面回波高度应等于或高于垂直刻度满幅度的 40%。

C.7.1.3 时基线起始 15% 声程以外噪声水平不应超过满屏高度的 5%。

C.7.2 内部缺陷

C.7.2.1 距离-波幅曲线法（DAC 曲线法）

车轴不应存在大于或等于 3mm 平底孔当量的缺陷；

C.7.2.2 底面回波衰减法

第一次底面回波不应低于垂直刻度满幅度的 50%。

C.8 检测记录

C.8.1 记录应至少包括下列内容：

- a) 车轴型号、轴号；
- b) 检测设备、探头；
- c) 缺陷当量、数量及其分布位置；
- d) 检测日期，检测人员。

C.8.2 记录至少应保存一个质量保证期。

C.9 TS-3 试块

C.9.1 试块应采用规定的 LZ50 或 LZ45CrV 车轴制作, 不应存在大于 2mm 平底孔当量的缺陷。

C.9.2 标准试块与基准试块的 3.2mm 平底孔反射回波幅度差值不应大于 2dB。

C.9.3 试块形状和尺寸应符合图 C.1 的规定, 两端面的表面粗糙度为 MRR Ra 3.2, 探测面应铣削或磨削加工。图中未注尺寸极限偏差为 ± 0.1 mm。试块 3.2 mm 平底孔底面与两端面平行度公差为 0.1 mm。

C.9.4 试块外圆面沿轴线方向应均匀加工吸声槽, 间距 1.0 mm~3.0 mm; 同时沿周向加工螺旋形吸声槽, 间距 10.0 mm~20.0 mm; 所有吸声槽宽度不应大于 1.5mm, 深度不大于 2.0mm。

C.9.5 其他要求应符合 GB/T 23905—2009 的规定。

单位为毫米

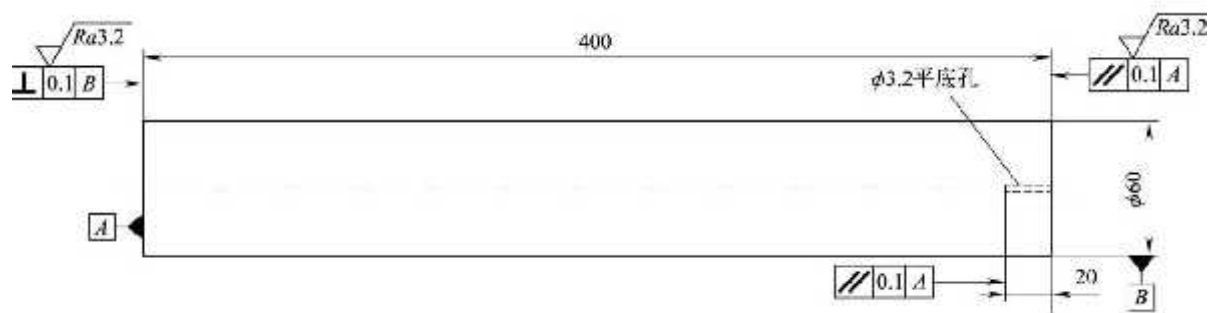


图 C.1 TS-3 标准试块

C.10 TS-2 实物对比试块

C. 10.1 试块需经超声检测。检测灵敏度：2 mm 平底孔回波高度 80%。以此灵敏度探测试块时，一次底面回波前无缺陷回波反射。

C. 10.2 试块与待检测车轴的声学特性、各部位外径应相同或相近。

C. 10.3 试块形状和尺寸见图 C.2, 试块探测面表面粗糙度为 **MRR Ra 3.2**, 图中未注尺寸极限偏差为 ± 0.1 mm。

C.10.4 平底孔应符合 GB/T 23905—2009 的规定,其直径应为 3 mm。

C. 10.5 其他要求应符合 GB/T 23905—2009 的规定。

单位为毫米

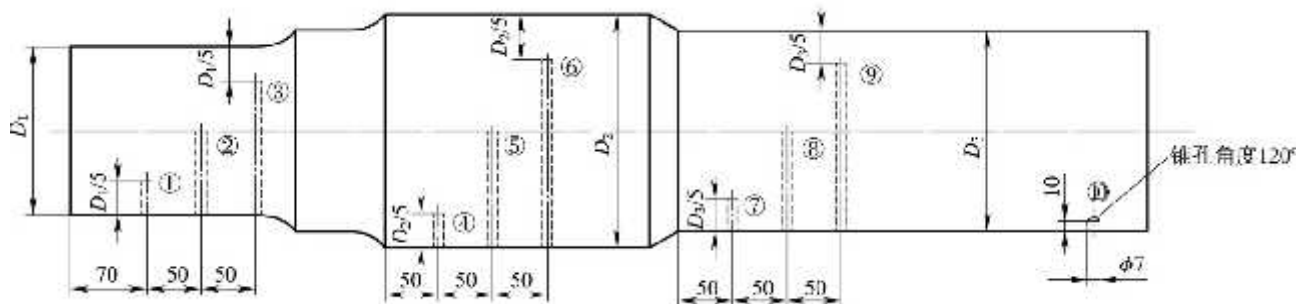


图 C.2 TS-2 实物对比试块示意图

附录 D

(规范性)

磁粉检测

D.1 检测人员

D.1.1 检测人员应取得铁路无损检测人员 2 级或以上级别的磁粉无损检测人员技术资格证书。

D.1.2 检测人员应熟悉本文件规定的各项技术条款，并通过车轴磁粉检测岗位培训。

D.1.3 其他要求应符合 GB/T 9445 的规定。

D.2 检测规定

D.2.1 磁粉检测应在机加工工序后，组装轮对前进行。

D.2.2 车轴应逐根进行整体复合磁化荧光磁粉检测，疑似缺陷复检时可单向磁化。

D.2.3 检测部位如下：

a) 半精加工车轴轴身部位；

b) 精加工车轴各加工部位（两端面除外）。

D.2.4 检测部位经过修磨（不包括压装部位按工艺要求进行的砂纸或砂布处理）、机械加工后，应进行复检。

D.3 设备及器材

D.3.1 磁粉探伤机

D.3.1.1 应具有手动和自动两种操作方式，具备周向磁化、纵向磁化、复合磁化和退磁功能。

D.3.1.2 周向额定磁化电流应达到 3000A，纵向磁化磁动势应达到 24000 NI 并连续可调。

D.3.1.3 紫外线灯紫外线波长范围应在 320 nm~400 nm 内，中心波长为 365 nm。检测区域白光照度与紫外线辐照度应符合 D.10 的规定。优先采用暗室荧光磁粉检测工艺。

D.3.1.4 整机绝缘电阻大于或等于 2M Ω ，接地电阻应小于或等于 4 Ω 。

D.3.1.5 退磁效果应使车轴剩磁小于或等于 0.5mT（5Gs）。

D.3.1.6 其他技术指标应符合 JB/T 8290-2011 的规定。

D.3.2 荧光磁粉

荧光磁粉技术指标应符合附录 G 的规定。

D.3.3 磁悬液

D.3.3.1 水基磁悬液

水基磁悬液的 pH 值为 7~9。配制水基磁悬液时，应按产品说明书添加荧光磁粉、分散剂、防腐剂、消泡剂和防锈剂等。

D.3.3.2 油基磁悬液

油基磁悬液的载液为磁粉检测油基载液。油基载液技术指标应符合附录 G 的规定。配制油基磁悬液时，应按产品说明书进行配制。

D.3.3.3 磁悬液体积浓度

荧光磁粉磁悬液体积浓度为 0.2mL/100mL~0.6mL/100mL。

D.3.3.4 试片

A1-15/50 型标准试片。技术指标应符合 GB/T 23907 的规定。

D.3.3.5 测试器材

测试仪器包括天平秤或电子秤、磁场强度测试仪（特斯拉计）、磁强计、白光照度计、紫外辐照计、锥形长颈沉淀管等。锥形长颈沉淀管形状与尺寸见 D.11。

D.4 磁化规范

D.4.1 磁场强度

车轴磁化应按严格磁化规范执行，磁场强度 H 应为 2000～6500（A/m）。

D.4.2 周向磁化规范

周向磁化电流值按公式（D.1）计算：

$$I=HD/320 \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

I ——磁化电流，单位为安培（A）；

H ——磁场强度，单位为安培每米（A/m）；

D ——车轴最大截面直径，单位为毫米（mm）。

D.4.3 纵向磁化磁动势

线圈法纵向磁化磁动势按公式（D.2）计算：

$$NI=45000D / L \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

N ——线圈匝数；

I ——磁化电流，单位为安培（A）；

L ——车轴长度，单位为毫米（mm）；

D ——车轴最大截面直径，单位为毫米（mm）。

D.5 系统灵敏度

D.5.1 磁场强度要求

用磁场强度测试仪分别在轴颈、轮座、轴身等部位测量车轴表面周向切向磁场强度和纵向磁场强度，应符合 D.4.1 的规定。纵向磁场强度测量时，测量点为两匝线圈中间。

D.5.2 磁场方向与综合性能

磁场方向与综合性能以 A1-15/50 试片上人工刻槽显示表征，要求与周向、纵向或复合磁化方式相对应，并清晰显示。

D.6 检测方法

D.6.1 检测准备

D.6.1.1 表面状态

检测部位表面应露出基本金属面，并擦拭干净，应无油污、锈垢、毛刺和纤维等杂物。

D.6.1.2 选择磁化参数

按 D.4 的规定，选择磁化电流和磁动势。

D.6.1.3 磁悬液体积浓度测定

将磁悬液充分搅拌均匀后，用锥形长颈沉淀管接取从喷嘴喷出的磁悬液 100mL，静置沉淀，水基磁悬液静置 30min～35min，油基磁悬液静置 40min～45min，然后观测锥形长颈沉淀管底部的磁粉容积值。

D.6.1.4 紫外线辐照度与白光照度测定

在工作状态下，分别测试工件表面的白光照度和紫外线辐照度。

D.6.1.5 灵敏度校验

每班检测第一根车轴（或试样轴）时，应按D.5的规定校验灵敏度。

D.6.2 检测步骤

D.6.2.1 喷淋及磁化

D.6.2.1.1 喷淋

磁化前，先对检测部位表面喷淋磁悬液，磁悬液应缓流、均匀、全面覆盖检测部位。

D.6.2.1.2 磁化

磁化时间 2s~3s，磁化的同时喷淋磁悬液；磁化结束前停止喷淋磁悬液；停止喷淋磁悬液后再磁化 1 次~2 次，每次磁化时间 0.5s~1s。

D.6.2.2 观察磁痕

D.6.2.2.1 车轴磁化后，应及时观察磁痕显示。车轴转动一周以上，所有检测部位不漏检。

D.6.2.2.2 发现缺陷磁痕时，应标出缺陷磁痕并详细记录缺陷磁痕的位置、方向和尺寸大小等。

D.6.2.2.3 缺陷磁痕有疑问时，应抹除磁痕，退磁后重新检测。

D.6.2.3 退磁

利用磁粉探伤机进行退磁。

D.6.2.4 剩磁测量

退磁后，用磁强计在车轴中心孔附近测量剩磁。测量时，车轴应距探伤机 4m 以上。

D.6.2.5 灵敏度复核

每班最后一条车轴磁粉检测时（或试样轴），应按D.5的规定复核灵敏度。

D.7 验收

D.7.1 裂纹和发纹

D.7.1.1 车轴表面不应存在裂纹和横向发纹。

D.7.1.2 各圆弧处、轴肩不应存在发纹。

D.7.1.3 车轴表面纵向发纹限度如下：

a)轴颈：单条发纹长度不应大于 6mm，所有发纹总长度不应大于 50mm；

b)防尘板座：单条发纹长度不应大于 10mm，长度为 5mm~10mm 的发纹总长度不应大于 50mm；

c)轮座、制动盘座、齿轮座：单条发纹长度不应大于 10mm，长度在 5mm~10mm 的发纹总长度不应大于 100mm；

d)轴身：单条发纹长度不应大于 10mm，任意 300mm 长度内周向全表面上，长度在 5mm~10mm 的发纹总长度不应大于 40mm。

D.7.2 剩磁

车轴剩磁应小于或等于 0.5mT（5Gs）。

D.8 检测记录

D.8.1 记录应至少包括下列内容：

a) 车轴型号、轴号；

b) 检测设备、周向磁化电流值、纵向磁化磁动势（或电流）、磁悬液浓度、白光照度、紫外线辐

照度、磁场强度、剩磁等；

c) 缺陷性质、大小、数量及其分布位置；

d) 检测日期，检测人员。

D.8.2 检测记录至少应保存一个质量保证期。

D.9 荧光磁粉检测时紫外线辐照度与白光照度曲线图

D.9.1 荧光磁粉检测时，工件表面检测区域紫外线辐照度与白光照度应符合下列要求：

a) 当白光照度 ν 小于或等于 20 lx 时，紫外线辐照度 u 应大于或等于 $800 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ；

b) 当白光照度 ν 大于 20 lx 时，紫外线辐照度与白光照度应符合公式 (D.3) 的规定。

$$u \geq 11.637\nu + 567.26 \dots\dots\dots (\text{D.3})$$

式中：

u ——紫外线辐照度，单位为微瓦每平方米 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)；

ν ——白光照度，单位为勒克斯 (lx)。

D.9.2 紫外线辐照度与白光照度曲线图应符合图 D.1 的规定。

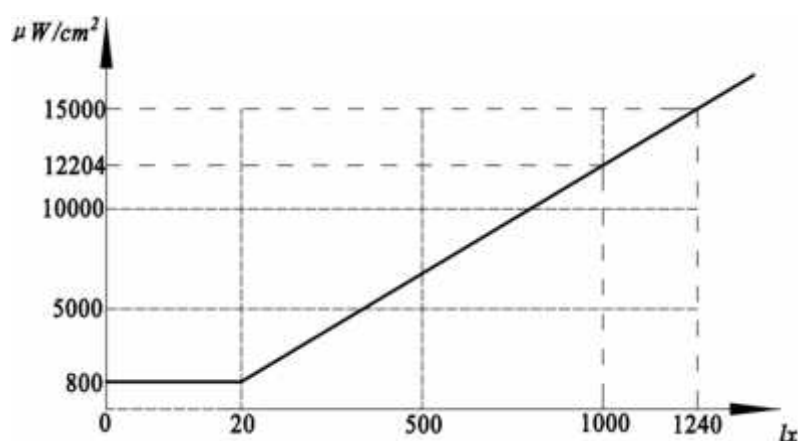


图 D.1 紫外线辐照度与白光照度曲线图

D.9.3 无暗室荧光磁粉检测时，应无阳光直射到观察区域，且观察区域白光照度小于或等于 1000lx。

D.10 锥形长颈沉淀管

D.10.1 材质为光学玻璃。

D.10.2 壁厚为1.5mm~2.0mm，锥体的边为直线。

D.10.3 形状与尺寸应符合图D.2的规定。

单位为毫米

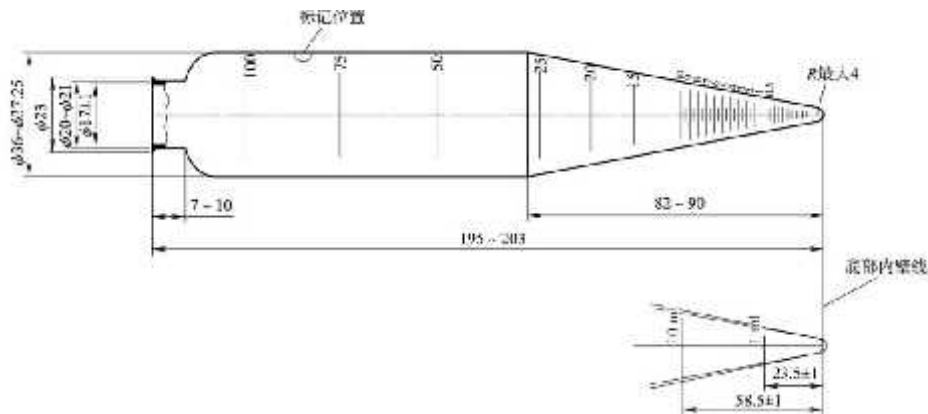


图 D. 2 锥形长颈沉淀管

D. 11 车辆车轴材料磁特性曲线

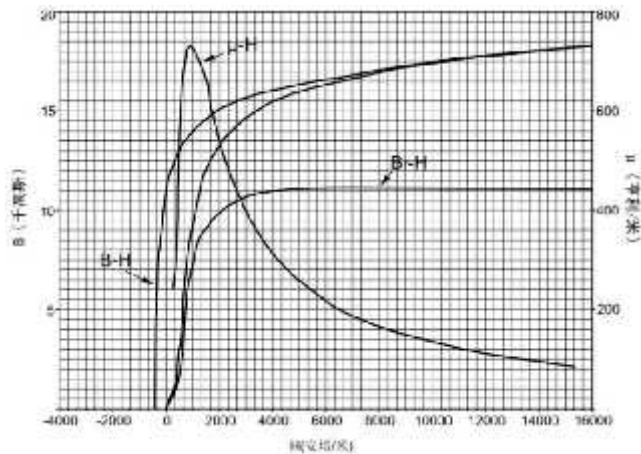
D. 11. 1 磁特性曲线一般参数

磁特性曲线一般参数如下：

- a) H_c 为矫顽力，单位为安培每米 (A/m) ；
- b) B_r 为剩余磁感应强度，单位为特斯拉 (T) ；
- c) μ_m 为最大磁导率, 单位为亨利每米 (H/m) ；
- d) $H_{\mu m}$ 为磁导率最大对应的磁场强度，单位为安培每米 (A/m) ；
- e) $(HB)_{max}$ 为最大磁能积，单位为千焦耳每立方米 (kJ/m^3) 。

D. 11. 2 LZ50（含 LZ45CrV）钢磁特性曲线

LZ50（含 LZ45CrV）钢磁特性曲线见图D. 3。



说明：

- $H_c=496\text{A/m}$;
- $B_r=1.1\text{T}$;
- $\mu_m=729$;
- $H_{\mu m}=920\text{A/m}$;
- $(HB)_{max}=0.224\text{kJ/m}^3$ 。

图 D. 3 LZ50（含 LZ45CrV）钢磁特性曲线

附录 E

(资料性)

车轴标记

车轴标记位置示意图见图 E.1。

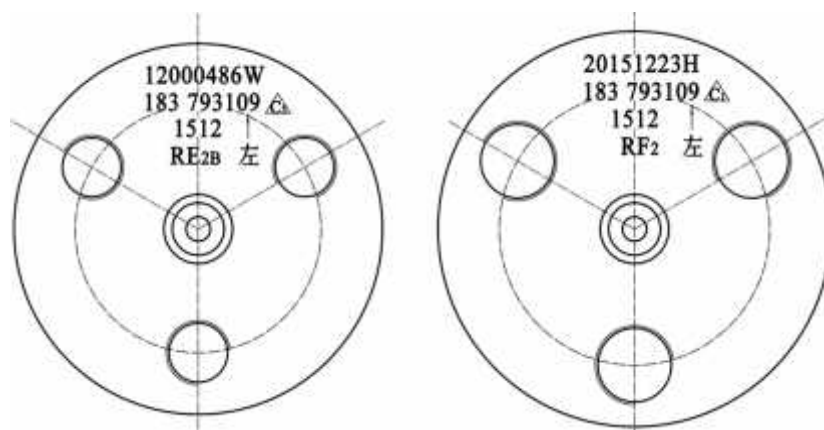


图 E.1 车轴标记位置示意图

附录 F

(资料性)

车轴包装方法

车轴包装方法示意图见图 F.1。

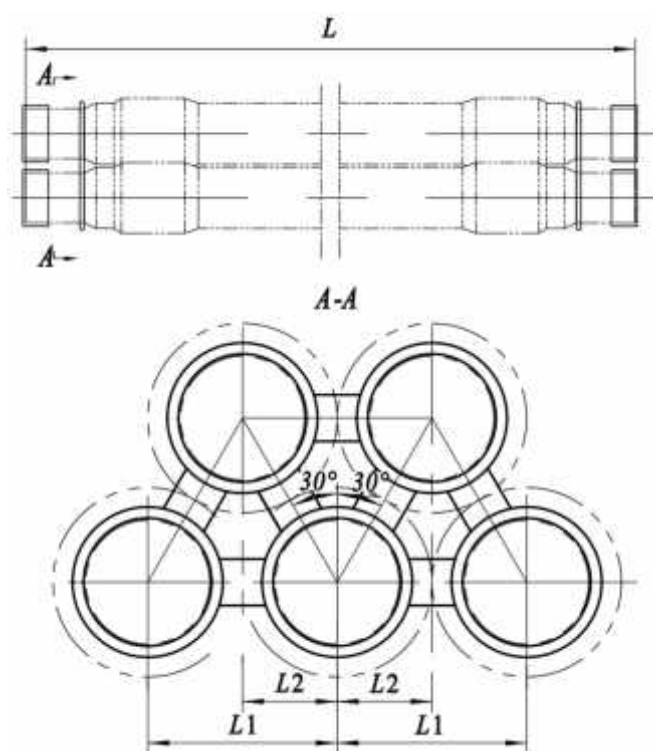


图 F.1 车轴包装方法示意图

附录 G

(规范性)

荧光磁粉和油基载液技术要求

G.1 技术要求

G.1.1 荧光湿法磁粉

G.1.1.1 粒度

颗粒尺寸大于0.045 mm (目数值小于320) 的磁粉质量分数不应超过2%。

G.1.1.2 非磁性物质

经磁吸附操作后, 磁粉应能被吸附并去除, 不应有明显的残留物。

G.1.1.3 悬浮性

磁粉柱的高度不应小于200 mm, 且应有明显的分界线。

G.1.1.4 颜色

磁粉在紫外线辐照下, 应能激发出目视可见的黄绿色或其他颜色的荧光。

G.1.1.5 灵敏度

应至少清晰显示2.3中E型标准试块上2个孔。

G.1.1.6 荧光系数()

应大于1.5 cd/w。

G.1.1.7 荧光稳定性()

等级和数值应符合表1的规定, 3级及以上合格。

表 G.1 荧光稳定性等级和数值

等级	数值
1	$\leq 5\%$
2	$5\% < \leq 10\%$
3	$10\% < \leq 20\%$

G.1.1.8 耐久性

环境温度在5 ~35 范围内, 应至少清晰显示E型标准试块上2个孔。

G.1.2 油基载液

G.1.2.1 运动黏度

在40 时, 运动黏度不应大于 $3.0\text{mm}^2/\text{s}$ (3厘斯); 在5 时, 不应大于 $5.0\text{mm}^2/\text{s}$ (5厘斯)。

G.1.2.2 闪点

闭口杯法测定时，闪点不应低于94 。

G.1.2.3 载液本底荧光

荧光磁粉探伤用油基载液本底荧光不应大于1.5cd/m²。

G.1.2.4 总酸值

不应大于0.2mgKOH/g。

G.2 检验方法

G.2.1 荧光干法磁粉

G.2.1.1 粒度

G.2.1.1.1 用精度不低于 0.1g 的台秤或天平称取 500g ± 1g 干燥的磁粉。

G.2.1.1.2 将称量后的干燥磁粉放入振筛机上筛内进行机械筛分 8min；试验用套筛的上筛为 200×50—0.180/0.125 GB/T 6003.1—2012（80 目），下筛为 200×50—0.063/0.045 GB/T 6003.1—2012（250 目）。

G.2.1.1.3 机械筛分终止后，将未通过上筛和通过下筛的磁粉各自称量，计算质量百分比。

G.2.1.1.4 重复步骤 G.2.1.1.1～G.2.1.1.3 两次。每次应检查筛孔堵网，清理堵网后更换新磁粉。取 3 次结果算术平均值。

G.2.1.2 非磁性物质

G.2.1.2.1 称取 2g ± 0.1g 干燥的磁粉，倒入 50 mL 烧杯中，用 20 mL 无水乙醇分散磁粉，再加入 20 mL 无水乙醇，静置 10 min 后，进行磁吸附。

G.2.1.2.2 将磁吸附仪电磁棒垂直伸入烧杯中吸附磁粉，将吸附有磁粉的电磁棒取出，移至一个预先准备好的容器中，再切断电源。

G.2.1.2.3 重复步骤 G.2.1.2.2，直至烧杯中能被吸附的磁粉吸取完为止。

G.2.1.2.4 静置 30min 后，在白光照度不低于 1000 lx 的白色衬底板上检查烧杯底部有无残留物。

G.2.1.3 悬浮性

G.2.1.3.1 称取 3g ± 0.1g 干燥的磁粉，倒入玻璃管内。该玻璃管分度值为 1mm，长 400mm，内径为 10mm ± 0.5mm，底部距顶端量程刻度为 300 mm。

G.2.1.3.2 注入无水乙醇至 150 mm 柱高，用力摇晃至均匀，再注入无水乙醇至 300 mm 柱高，反复倒置混合均匀。

G.2.1.3.3 混合均匀后，将该玻璃管迅速直立，固定在滴定管装夹上，同时计时，静置 3 min ± 10 s，读出明显分界处的磁粉柱高度。

G.2.1.3.4 重复步骤 G.2.1.3.1~G.2.1.3.3 两次。每次应更换新磁粉。取 3 次结果算术平均值。

G.2.1.4 颜色

G.2.1.4.1 试验条件

G.2.1.4.1.1 检验区域的白光照度不大于 20 lx。

G.2.1.4.1.2 紫外线辐照至荧光磁粉表面的辐照度不小于 800 μW/cm²。

G.2.1.4.1 试验方法

G.2.1.4.2.1 在容积合适的烧杯内装入 $1\text{g}\pm 0.1\text{g}$ 磁粉和 $50\text{mL}\pm 1\text{mL}$ 无水乙醇，混合均匀后，静置 2min。

G.2.1.4.2.2 将烧杯内的磁悬液放在紫外线灯下观察磁粉的颜色。

G.2.1.5 灵敏度

G.2.1.5.1 磁悬液和观察条件

按产品说明书推荐的配方配制磁悬液；检验区域的白光照度不大于 20lx ，紫外线辐照至试块表面的辐照度不应小于 $800\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

G.2.1.5.2 试验方法

将灵敏度测试仪上的E型标准试块最接近表面的人工孔转到12点钟位置，施加有效值为750A的交流电，将磁悬液均匀地撒布在试块表面，观察试块表面人工孔的磁痕显示。

G.2.1.6 荧光系数()

G.2.1.6.1 磁粉装载

将被测荧光磁粉松散装入荧光系数测试仪专用测量器皿内，用直尺刮平（不能压平），擦去器皿外部残余磁粉。

G.2.1.6.2 紫外线辐照度测量

G.2.1.6.2.1 紫外线辐照度测试值调零

按照仪器操作说明书，将荧光系数测试仪紫外辐照度测试值调零。

G.2.1.6.2.2 紫外线辐照度测试

将紫外线辐照度测试探头置于样品承载台上，调节仪器，使探头与测量窗口紧密接触。读取此时的紫外线辐照度值，记为 E_e ，单位为瓦每平方米 (W/m^2)。 E_e 的测量值应在 $10\text{W}/\text{m}^2\sim 15\text{W}/\text{m}^2$ 范围内。然后取下紫外辐射测试探头。

G.2.1.6.3 磁粉荧光亮度测量

G.2.1.6.3.1 磁粉荧光亮度测量零位校准

将样品承载台用酒精擦拭干净。调节仪器，使样品承载台与测量窗口紧密接触，然后将荧光亮度测试值调零。每次测试时应先校准零位。

G.2.1.6.3.2 磁粉荧光亮度测量

将装满磁粉的专用测量器皿置于样品承载台上，调节仪器，使器皿与测量窗口紧密接触，等待 $3\text{min}\pm 10\text{s}$ ，读取此时的荧光亮度测试值，记为 L ，单位为坎德拉每平方米 (cd/m^2)。

G.2.1.6.4 β 计算

按照公式 (G.1) 计算：

$$\beta = L/E_e \dots\dots\dots (\text{G.1})$$

式中：

——荧光系数，单位为坎德拉每瓦 (cd/W)；

L ——磁粉亮度，单位为坎德拉每平方米（ cd/m^2 ）；
 E_e ——磁粉表面的UV辐照度水平，单位为瓦每平方米（ W/m^2 ）。

G.2.1.7

G.2.1.7.1 按 2.1.6 的规定测量荧光磁粉的荧光系数，记为 β_1 。

G.2.1.7.2 将荧光磁粉在辐照度不小于 20 W/m^2 的 UV-A 下辐照 $30 \text{ min} \pm 30 \text{ s}$ 后，按 G.2.1.6.6 的规定重新检验，记为 β_2 。

G.2.1.7.3 按照公式（G.2）计算：

$$\gamma = \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{G.2})$$

G.2.1.8 耐久性

配制后的磁悬液放置 $120\text{h} \pm 1\text{h}$ 后，按 G.2.1.5 的规定进行灵敏度检测。

G.2.2 油基载液

G.2.2.1 运动黏度

按 GB/T 265 规定的方法测定。

G.2.2.2 闪点

按 GB/T 261 规定的方法测定。

G.2.2.3 载液本底荧光

G.2.2.3.1 载液荧光亮度测量零位校准方法应符合 G.2.1.6.3.1 的规定。

G.2.2.3.1 在荧光系数测试仪专用测量器皿中注入适量载液，液面不高于器皿高度的二分之一。载液荧光亮度测量方法应符合 G.2.1.6.3.2 的规定。

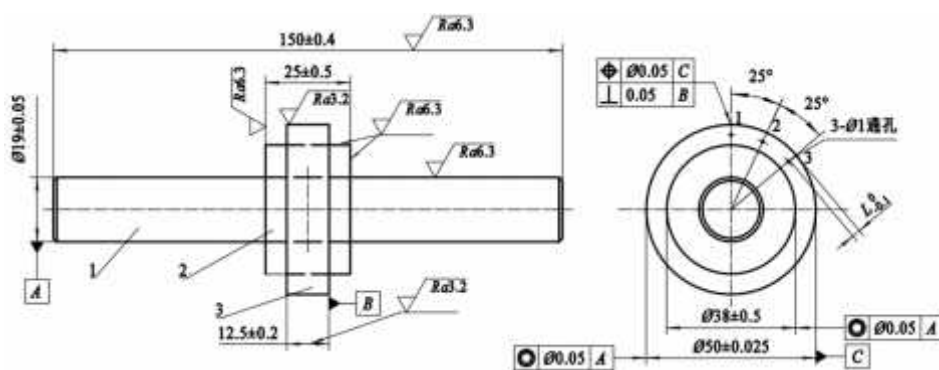
G.2.2.4 总酸值

按 GB/T 258 规定的方法测定。

G.2.3 E型标准试块

E型标准试块见1，其中E型环材料为10号低碳钢锻件，晶粒度不低于4级；内环材料为有机玻璃或硬质聚氯乙烯；铜棒材料为紫铜，牌号为2TY，尺寸为 $19\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。

单位为毫米



孔号	1	2	3
L	1. 5	2. 0	2. 5

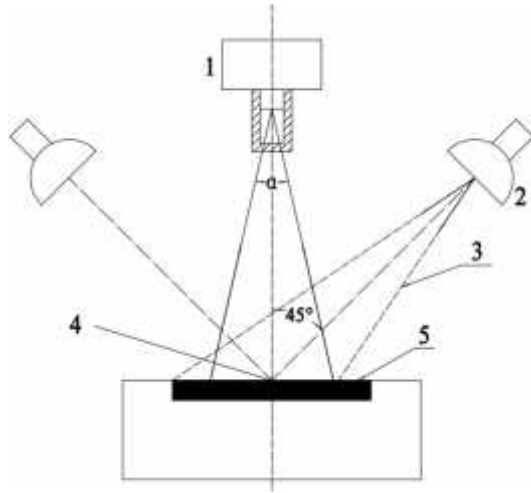
图 G.1 E 型标准试块

G.2.4 荧光系数测试仪

G.2.4.1 荧光系数测试仪原理见图G.2。磁粉表面应采用 $45^{\circ}\pm 5^{\circ}$ 的UV-A均匀照射。照度应采用测量误差在 $\pm 10\%$ 内的适当仪表来测量。应测量磁粉表面上未受目标区外区域影响的照度。辐照度水平应使用符合GB/T 5097要求的仪表，将UV传感器放在磁粉表面位置处进行测量。

G.2.4.2 主要技术参数如下：

- 仪器使用环境条件：温度 $-10 \sim 50$ ，相对湿度小于 70%；
- 紫外辐射测试范围： $0.1\text{W}/\text{m}^2 \sim 200\text{W}/\text{m}^2$ ；
- 紫外辐射测试示值误差： $\pm 5.0\%$ ；
- 紫外辐射测试线性： $\pm 0.5\%$ ；
- 漂移：预热 20min 后， ± 1 个字/10 min；
- 荧光亮度测试范围： $0.1\text{cd}/\text{m}^2 \sim 199.9\text{cd}/\text{m}^2$ ；
- 荧光亮度测试示值误差： $\pm 3.0\%$ ；
- 荧光亮度测试线性： $\pm 0.5\%$ ；
- 紫外辐射强度： $10\text{W}/\text{m}^2 \sim 15\text{W}/\text{m}^2$ ；
- 荧光系数稳定性测量辐射源强度大于 $20\text{W}/\text{m}^2$ ；
- 电源：交流 220 V。



- 标引序号说明：
- 1——照度测量；
 - 2——灯；
 - 3——UV辐射；
 - 4——辐照度测量点；
 - 5——磁粉表面。

图 G.2 磁粉 的测定

铁道行业标准《机车车辆车轴 车辆》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局 2024 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函〔2024〕67 号) 24T002 项目和《国家铁路局 2024 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2024〕119 号)的要求,由铁路行业基础通用及运输设备标准化技术归口单位归口,并由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,中车齐齐哈尔车辆有限公司,中车浦镇车辆有限公司,太原重工轨道交通设备有限公司,晋西车轴股份有限公司,山西太钢不锈钢股份有限公司共同起草《机车车辆车轴 车辆》铁道行业标准。

本标准是对 TB/T 2945-1999《铁道车辆用 LZ50 钢车轴及钢坯技术条件》的修订。

1.2 制修订本标准的必要性

铁路车辆车轴是车辆转向架重要的组成之一,是涉及车辆行车安全的重要部件。车辆车轴在运行过程中不仅承载着车辆及货物的重量,还受到运行过程中轮对、轨道带来的旋转、弯曲及震动载荷,车轴的材料性能、生产质量的稳定性及疲劳性能等直接关系到列车的行车安全,因此车轴在制造时需严格遵循相关技术要求,且在运营中需定期进行检查、维护和更换,从而保障铁路交通的安全与稳定。

目前我国铁道车辆车轴主要有两个材质,分别为 LZ50 和 LZ45CrV, LZ50 材质车轴执行 TB/T 2945-1999, LZ45CrV 材质车轴执行 Q/CR 644-2018《铁路货车用 LZ45CrV 钢坯及车轴》。LZ50 材质车轴的化学成分、晶粒度、非金属夹杂物、超声波探伤、磁粉探伤等要求及相关方法为早年制定的,随着技术的进步,其中部分指标需要更新,且 TB/T 2945 需要增加机车车辆用车轴产品。因此,应对 TB/T 2945-1999 进行修订。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中,完成了大量的基础研究和编写工作,本标准编制过程概要如下:

标准计划下达后,在归口单位组织下,中国铁道科学研究院集团有限公司金属及化学研究所、标准计量研究所,中车齐齐哈尔车辆有限公司等单位成立了标准起草组,对机车车辆用车轴的主要技术规格、生产工艺流程、现行技术标准及相关试验检测方法等情况进行了调研,收集了相关技术资料,在对前期工作深入讨论研究后,2025 年 04 月形成了本标准的征求意见稿。

2 编制原则

- 2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。
- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容

- 3.1 本标准规定了铁路车辆车轴钢坯及车轴的技术要求和检验方法、检验规则、标记、质量证明书及防护。本标准适用于铁路车辆 LZ50、LZ45CrV 钢坯及车轴的制造、订货和检验。
- 3.2 本标准的主要技术要求包括铁路车辆用 LZ50 和 LZ45CrV 钢坯及车轴的制造、化学成分、力学性能、晶粒度、非金属夹杂物、低倍组织、表面质量、外形及尺寸、疲劳性能、超声检测、磁粉检测及复验与判定规则的相关要求与检验方法。
- 3.3 本标准依据《铁路车辆 LZ50 钢坯及车轴》（Q/CR 1005-2023）及《铁路货车用 LZ45CrV 钢坯及车轴》（Q/CR 644-2018）等标准，结合铁道车辆用车轴应用实际编制。
- 3.4 本标准与《铁路车辆 LZ50 钢坯及车轴》（Q/CR 1005-2023）（TJ/CL 202-2008《连铸工艺生产铁道车辆车轴用 LZ50 钢坯技术条件（暂行）》已被替代）相比，重要技术差异见表 1。

表 1 与《铁路车辆 LZ50 钢坯及车轴》（Q/CR 1005-2023）的重要技术差异

序号	Q/CR 1005-2023	本标准	说明
1	无	附录 G 钢氢含量检测方法	本标准明确规定了钢氢含量检测方法。目前相关标准技术条件中均要求对钢液中氢含量[H]进行测试，但均未给出具体测试方法，为此各家在执行过程中存在异议。本标准在修订过程中，征询了各厂家意见，目前各家均是按本标准附录 G 中相关方法执行。

- 3.5 本标准与《铁路货车用 LZ45CrV 钢坯及车轴》（Q/CR 644-2018）相比，重要技术差异见表 2。

表 2 与《铁路货车用 LZ45CrV 钢坯及车轴》（Q/CR 644-2018）的重要技术差异

序号	Q/CR 644-2018	本标准	说明
1	4.5 超声波检测 规定车轴透声性检测、径向检测按照 TB/T 1618 执行。	5.6 超声检测 规定车轴综合透声性能检测和内部缺陷检车，技术要求及方法应符合附录 B。	TB/T 1618-2001《机车车辆车轴超声波检验》标准部分条款需要升级。我国车轴探伤标准主要使用 ISO5948、AAR M101、UIC812、EN13261 等标准，将探伤工艺条款作为众多不同牌号的车轴产品标准附录，这些探伤方法需要统一。在制订铁路探伤工艺规程时，直接使用国际国外标准，例如 TG/CL206-2013《铁路客车轮轴组装检修及管理规则》（铁总运〔2013〕191 号）和 TG/CL224-2016《铁路货车轮轴组装检修及管理规则》（铁总运〔2016〕191 号）中的轴向透声检验方法，采用了 TS-3 试块，不同于 TB/T 1618-2001 中的 TS-1 方法。针对以上技术问题，综合 ISO5948、AAR M101、EN13261 等标准，制订了 Q/CR880-2022《机车车辆车轴无损检测 超声检测》，对探伤方法等内容进行了统一。 本标准超声检测相关内容主要依据 Q/CR880-2022 编制，相比于原版标准中主要执行的 TB/T1618-2001，对探测缺陷类型、探伤方法、

			标准试块、探伤探头、验收标准等进行了全面的修订。
2	4.6 磁粉检测 规定车轴磁粉检测按照 TB/T 1619 执行。	5.7 磁粉检测 规定车轴磁粉检测，技术要求及方法应符合附录 C。	TB/T1619-2010《机车车辆车轴磁粉探伤》标准部分条款需要升级。从 2010 年以来，车轴磁粉探伤已有多项新技术得以应用，如合金钢磁化规范、磁粉质量技术指标、灵敏度标定方法、溶剂油载液、非暗室荧光磁粉探伤技术、缺陷评定标准等。为此，结合 ISO 6933、AAR M101、EN13261 等标准，制订了 Q/CR879-2022《机车车辆车轴无损检测 磁粉检测》，对磁粉检测方法等内容进行了统一。本标准磁粉检测相关内容主要依据 Q/CR879-2022 编制，相比于原版标准中主要执行的 TB/T1619-2010，对探伤方法、磁粉质量技术指标、溶剂油载液、非暗室荧光磁粉探伤技术、标准试块、缺陷评定标准等进行了全面的修订。

3.6 经起草组研究分析，没有与本标准主要技术内容相关联的现行国家标准、行业标准。

4 关键指标

4.1 钢牌号和化学成分

本标准中规定 LZ50 车轴钢坯的化学成分要求与现行 Q/CR 1005-2023 的要求一致。为了保证钢坯质量，提高钢坯纯净度，降低了有害元素硫、磷的含量及有害气体氢、氧的含量，相对于原 TB/T 2945-1999，要求硫、磷的含量均要求小于等于 0.020%；Al 含量统一要求为全铝 Al_T，并设置了铝含量上限；钢液中氢含量 [H] 不应大于 2.0×10^{-6} ，车轴钢坯总氧含量 T.O 不应大于 20×10^{-6} 。

本标准中增加了 LZ45CrV 钢车轴钢坯的化学成分要求，并与 Q/CR 644-2018 要求一致。

考虑到标准的相关性及检测技术的先进性、增加了化学成分试验方法可按 GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20125 的规定进行；当出现异议时，在成品车轴上取样按 GB/T 223、GB/T 11261 的规定进行。

4.2 力学性能

本标准中规定 LZ50 钢车轴钢坯的拉伸性能要求与 Q/CR 1005-2023 要求一致。

力学性能在 TB/T 2945-1999 的基础上进行了提高，相对于原标准，抗拉强度 R_m 要求由 $\geq 610\text{MPa}$ 提高到 $\geq 645\text{MPa}$ ，屈服强度 R_{eL} 要求由 $\geq 345\text{MPa}$ 提高到 $\geq 365\text{MPa}$ ，断后延伸率 A 和断面收缩率 Z 保持一致，保证材料韧性的同时提高了材料的强度。

本标准中增加了 LZ45CrV 钢车轴钢坯的拉伸性能与冲击性能要求，并与 Q/CR 644-2018 要求一致。

4.3 晶粒度

本标准中规定 LZ50 车轴钢坯的晶粒度要求与 Q/CR 1005-2023 的要求一致。

晶粒度在 TB/T 2945-1999 的基础上加严规定，相对于原 TB/T 2945-1999，晶粒度要求由原来的不低于 5 级提升到不低于 6 级；并明确了评判要求，规定晶粒度整个试样应显示为均匀的细晶组织，同时提高了晶粒度要求与晶粒均匀性要求，防止大尺寸晶粒及混晶情况的出现，保证了材料的性能。

本标准中增加了 LZ45CrV 钢车轴钢坯的晶粒度要求，并与 Q/CR 644-2018 要求一致。

4.4 非金属夹杂物

本标准中规定 LZ50 车轴钢坯的非金属夹杂物要求与 Q/CR 1005-2023 的要求一致。

非金属夹杂物较原 TB/T 2945-1999 加严控制，要求按 A（硫化物）、B（氧化铝）、C（硅酸盐）、D（球状氧化物）4 类夹杂物及同一视场“B+C+D”夹杂物合并评级或独立评定后级别和判定外，还增加了大颗粒球状氧化物 DS 的评级要求，进一步提高钢液纯净度，防止大颗粒点状夹杂物在高速运转情况下对接触疲劳性能的影响，强化对生产制造过程冶金质量控制的技术引导和约束作用，从而进一步提高车轴使用安全性、可靠性。

本标准中增加了 LZ45CrV 钢车轴钢坯的非金属夹杂物要求，并与 Q/CR 644-2018 要求一致。

4.5 车轴探伤

TB/T 1618-2001《机车车辆车轴超声波检验》和 TB/T 1619-2010《机车车辆车轴磁粉探伤》制定时间较早，随着新技术的应用，部分条款需要更新。目前使用国际国外标准，如 ISO 5948、AAR M101、UIC812、EN13261，但是这些国际国外标准中方法不尽一致，因此在借鉴国际先进标准的基础上，通过大量的试验分析与验证，制定了 Q/CR880-2022《机车车辆车轴无损检测 超声检测》和 Q/CR879-2022《机车车辆车轴无损检测 磁粉检测》。

为更好的规范和统一车轴探伤方法与要求，本标准综合参考了目前行业内较为成熟的探伤方法，包括 TB/T 1618-2001、TB/T 1619-2010、Q/CR 879-2022 及 Q/CR880-2022 标准，并结合现场实际操作，对探伤相关检测人员、检验仪器及工具、标准试块、检验规定、检验方法及验收要求等进行了全面的规定，统一新制车辆车轴超声、磁粉探伤标准，为车轴运行安全提供保障。由于 LZ50 钢车轴生产量大，特别规定内部缺陷按 10%（每熔炼炉次）检测，出现不合格时，则该熔炼炉次车轴全部进行内部缺陷检测，合格车轴正常使用，不合格车轴报废。

5 采标情况

无。

6 有无重大分歧意见

无。

7 强制或推荐、废止、公开建议

7.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

7.2 本标准参考了 AAR 国外组织的标准，由于涉及版权保护问题，建议本标准不公开。

本标准参考了《车轴、碳素钢、热处理规范 M101（AXLES, CARBON STEEL, HEAT. TREATED Specification M-101）》（AAR M-101-2016）。

7.3 本标准未识别出相关专利。

8 实施标准的要求和措施建议

建议本标准在批准发布后 6 个月实施。

9 其他应予说明的事项

无。

标准起草组

2025年4月