



团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2025

商用车免维护轮毂轴承技术规范

Commercial vehicle maintenance-free hub bearing technical specification

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 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 技术要求 2

 4.1 材料要求 2

 4.2 热处理要求 2

 4.3 结构要求 2

 4.4 尺寸与公差要求 3

 4.5 性能要求 3

 4.6 环境适应性要求 4

5 试验方法 4

 5.1 材料试验 4

 5.2 热处理试验 4

 5.3 结构试验 5

 5.4 尺寸与公差试验 5

 5.5 性能试验 5

 5.6 环境适应性试验 5

6 检验规则 6

 6.1 检验分类 6

 6.2 出厂检验 6

 6.3 型式检验 6

 6.4 检验报告 6

7 标志、包装、运输和贮存 6

 7.1 标志 6

 7.2 包装 6

 7.3 运输 7

 7.4 贮存 7

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。

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

商用车免维护轮毂轴承技术规范

1 范围

本文件规定了商用车免维护轮毂轴承的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。本文件适用于商用车免维护轮毂轴承的生产、设计、制造。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 307.1 滚动轴承 向心轴承 产品几何技术规范（GPS）和公差值
- GB/T 307.2 滚动轴承 测量和检验的原则及方法
- GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）
- GB/T 2423.27 环境试验 第2部分：试验方法 试验方法和导则：温度/低气压或温度/湿度/低气压
- 综合试验
- GB/T 3498 润滑脂宽温度范围滴点测定法
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 6378.1 计量抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的对单一质量特性和单个AQL的逐批检验的一次抽样方案
- GB/T 7325 润滑脂和润滑油蒸发损失测定法
- GB/T 7326 润滑脂铜片腐蚀试验法
- GB/T 9451 钢件薄表面总硬化层深度或有效硬化层深度的测定
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 10610 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法
- GB/T 12583 润滑剂极压性能测定法（四球法）
- GB/T 18254 高碳铬轴承钢
- GB/T 28268 滚动轴承 冲压保持架技术条件
- GB/T 28487 贵金属及其合金链 抗拉强度的测定 拉伸试验法
- GB/T 32333 滚动轴承 振动（加速度）测量方法及技术条件
- GB/Z 36517 滚动轴承 一般载荷条件下轴承修正参考额定寿命计算方法
- GB/T 38223 奥氏体不锈钢铸件中铁素体含量测定方法
- GB/T 39271.1 滚动轴承 陶瓷滚动体混合轴承的额定载荷 第1部分：额定动载荷
- GB/T 39271.2 滚动轴承 陶瓷滚动体混合轴承的额定载荷 第2部分：额定静载荷
- GB/T 41951 金属和合金的腐蚀 建筑用钢连接部件及钢构件耐腐蚀性能测试方法
- GB/T 43617.3 滚动轴承 滚动轴承润滑脂噪声测试 第3部分：测试和评估方法MQ
- GB/T 45336 塑料 熔融状态下热塑性塑料拉伸性能的测定
- JB/T 7048 滚动轴承 工程塑料保持架 技术条件
- JB/T 14580 滚动轴承 商用车轮毂轴承及单元
- SH/T 0189 润滑油抗磨损性能的测定 四球法

3 术语和定义

JB/T 14580界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

免维护轮毂轴承 maintenance-free hub bearing

一种集成了轴承本体、密封系统及预填充润滑脂的整体式轮毂轴承，产品在整个设计寿命周期内无需添加润滑脂或调整间隙。

3.2

额定寿命 rated life

在规定的载荷和使用条件下，一组相同轴承中90%的轴承能达到的总运转里程或总工作时间。

3.3

密封性能 sealing performance

轴承在运行或静止状态下防止润滑脂泄漏及异物进入的能力。

4 技术要求

4.1 材料要求

4.1.1 套圈和滚动体材料

轴承套圈和滚动体应采用高纯净度轴承钢，化学成分应符合GB/T 18254的要求。碳含量控制在0.95%~1.10%，铬含量控制在1.35%~1.65%，磷和硫含量均应 $\leq 0.025\%$ 。

4.1.2 保持架材料

保持架应采用符合JB/T 7048要求的高强度工程塑料、符合GB/T 28268要求的耐腐蚀金属材料或其他性能更优的材料制造。

4.1.3 密封件材料

密封件材料应选用耐高温、耐磨和耐腐蚀的合成橡胶(NBR)或氟橡胶(FKM)，硬度范围为60~80 Shore A，应能在-40℃~150℃温度范围内长期工作而不硬化、开裂或失去弹性。

4.1.4 润滑脂

滴点 $\geq 180^\circ\text{C}$ ，氧化压力增幅 $\leq 2\text{MPa}$ ，氧化时间 ≥ 150 小时，水洗失重 $\leq 5\%$ ，四球法磨损点 $\leq 1.0\text{mm}$ ，极压负荷 $\geq 2500\text{N}$ 。

4.1.5 材料质量控制与检测

所有零部件在选材和热处理后应进行无损检测，不应存在裂纹、白点、过烧等缺陷。

4.2 热处理要求

4.2.1 套圈和滚动体

套圈和滚动体应满足以下热处理要求：

a) 热处理工艺：套圈和滚动体在热处理前应进行精密球化退火或等温正火，钢材应晶粒均匀，残余应力小，便于后续淬火和回火处理；

b) 热处理质量：表面硬度HRC ≥ 60 ，硬化层深度 $\geq 1.2\text{mm}$ ，残余奥氏体含量 $\leq 6\%$ 。

4.2.2 保持架

应进行退火处理，退火温度为 $120^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ，保温时间1~2h，以消除成型应力，提高尺寸稳定性。

4.3 结构要求

4.3.1 轴承类型与布局

轴承类型与布局应符合以下要求：

- a) 轴承应采用双列角接触球轴承或双列圆锥滚子轴承，能够承受径向载荷和双向轴向载荷；
- b) 轴承内圈和外圈应设计成整体式或组合式结构，以便直接集成到轮毂总成中，减少零部件数量，提高装配稳定性；
- c) 轴承滚动体数量应根据载荷计算确定，角接触球轴承滚动体数目为30~40个，圆锥滚子轴承滚子数为20~30个；
- d) 滚动体直径应根据额定载荷设计，角接触球轴承滚珠直径应为12~20mm，圆锥滚子直径应为18~28mm。

4.3.2 内外圈与轮毂结合方式

内外圈与轮毂结合方式如下：

- a) 外圈应与轮毂通过一体化设计或过盈配合固定，过盈量0.02~0.05mm，防止相对滑动；
- b) 内圈应通过过盈配合或法兰式设计并与半轴连接，过盈量0.01~0.04mm，轴向和径向间隙应满足设计要求；
- c) 轴承在运输、装配和运行中不应发生移位或松动。

4.3.3 保持架与滚动体导向

保持架与滚动体导向要求如下：

- a) 保持架滚动体应均匀分布，避免滚动体碰撞、爬动或倾斜；
- b) 保持架与滚动体之间的间隙应为0.05~0.15mm；
- c) 塑料保持架应考虑温升和长期疲劳，在全寿命周期内不应变形或破裂。

4.3.4 密封结构

密封结构要求如下：

- a) 密封件应采用多道迷宫式接触密封或非接触式组合密封结构，防止灰尘、水分及杂质进入轴承内部；
- b) 密封件与轴承内外圈配合间隙应为0.1~0.2mm；
- c) 密封结构应在高低温循环、湿热环境及长期振动条件下保持稳定性能。

4.4 尺寸与公差要求

尺寸与公差要求见表1。

表1 尺寸与公差要求

项目	要求
尺寸公差等级	P6（特殊场合可用P5）（GB/T 307.1）
内孔尺寸公差	$\leq \pm 0.005\text{mm}$
外径尺寸公差	$\leq \pm 0.007\text{mm}$
内孔圆度	$\leq 0.003\text{mm}$
外圆圆度	$\leq 0.004\text{mm}$
端面跳动	$\leq 0.005\text{mm}$
内圈与半轴配合过盈量	0.02mm~0.05mm
外圈与轮毂配合过盈量	0.01mm~0.04mm
表面粗糙度	$Ra \leq 0.8 \mu\text{m}$
径向游隙	0.020mm~0.060mm
轴向游隙	$\leq 0.100\text{mm}$

4.5 性能要求

4.5.1 密封性能要求

经24h浸水试验后，不应出现润滑脂渗漏或水分进入轴承内部。

4.5.2 动静载荷能力要求

轴承的基本额定动载荷 $\geq 250\text{kN}$ ，基本额定静载荷 $\geq 200\text{kN}$ 。

4.5.3 额定寿命要求

轴承额定寿命 $L_{10h} \geq 1500000\text{km}$ ，实测寿命 \geq 设计值的90%。

4.5.4 温升与热稳定性要求

在额定转速1500r/min条件下,轴承温升应 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ 。轴承最高稳定工作温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$,在高温条件下运行72h后,仍应保持正常功能。

4.5.5 耐腐蚀性要求

轴承外表面应进行防腐处理,经240h中性盐雾试验后,不出现锈蚀、剥落或密封失效。

4.5.6 润滑与免维护寿命要求

轴承填充润滑脂的体积分数应为内部有效空间的25%~35%,在全寿命周期内不应补充润滑脂或调整间隙。免维护寿命应 $\geq 400000\text{km}$ 或8年,以先达到的要求为准。

4.5.7 内部残留颗粒要求

内部残留颗粒直径应 $\leq 0.025\text{mm}$,总质量应 $\leq 0.5\text{mg}$ 。

4.6 环境适应性要求

4.6.1 温度适应性要求

轴承应在 -40°C ~ $+150^{\circ}\text{C}$ 范围内正常运行。

4.6.2 湿度适应性要求

在相对湿度95%、 40°C 条件下连续运行72h后,应保持性能稳定。

4.6.3 噪声和振动要求

在额定转速下,轴承的振动速度有效值应 $\leq 2.5\text{mm/s}$,噪声声压级应 $\leq 75\text{dB(A)}$ 。

4.6.4 防尘、防水及低压适应性要求

轴承应能在粉尘(IP6X)、水浸(IPX7)及高原低压($\leq 58\text{kPa}$)条件下保持正常工作。

5 试验方法

5.1 材料试验

5.1.1 套圈和滚动体材料试验

采用光谱分析或化学分析方法,测定碳、铬、磷、硫含量是否符合GB/T 18254规定范围。

5.1.2 保持架材料试验

保持架材料试验按照以下方法进行:

- a) 塑料保持架抗拉强度:按照GB/T 45336的要求进行;
- b) 金属保持架的耐腐蚀性:按照GB/T 41951的要求进行;
- c) 金属保持架的抗拉强度:按照GB/T 28487的要求进行。

5.1.3 密封件材料试验

按照GB/T 2411的要求进行。

5.1.4 润滑脂试验

润滑脂性能试验应按照以下方法进行:

- a) 滴点:按照GB/T 3498的要求进行;
- b) 抗氧化性能:按照GB/T 7326的要求进行;
- c) 抗水淋性能:按照GB/T 7325的要求进行;
- d) 抗磨损性能:按照SH/T 0189的要求进行;
- e) 极压性能:按照GB/T 12583的要求进行。

5.2 热处理试验

5.2.1 套圈和滚动体热处理质量检测

按照GB/T 230.1的要求测量表面硬度,超声波或磁粉检测表面及近表面缺陷;按照GB/T 9451的要求测量硬化层深度,按照GB/T 38223的要求测定残余奥氏体含量。

5.2.2 保持架退火质量检测

应按照以下步骤进行:

- a) 退火温度与保温时间验证:使用高精度热电偶或红外测温仪,记录保持架退火过程中的温度曲线;

b) 尺寸稳定性检测：退火后保持架静置冷却至室温，使用三坐标测量机（CMM）或精密游标卡尺测量关键尺寸和几何形状；

c) 材料应力释放检测：采用应力测试仪或应力光弹法测定保持架残余应力。

5.3 结构试验

5.3.1 轴承类型与布局验证

通过目视检查和测量工具确认滚动体数量与尺寸，采用有限元分析或载荷计算公式验证滚动体排列下的载荷分布是否均匀。

5.3.2 内外圈与轮毂结合方式检验

使用过盈量测量工具测量配合过盈量，通过装配实验验证结构稳定性。

5.3.3 保持架与滚动体导向检验

使用间隙测量工具测量保持架与滚动体之间的间隙，通过静态和动态运转试验验证保持架导向效果及长期稳定性。

5.3.4 密封结构检测

使用游标卡尺或微米尺测量密封件与内外圈间隙。

5.4 尺寸与公差试验

尺寸公差按照GB/T 307.2的要求测量，表面粗糙度按照GB/T 10610的要求测量。

5.5 性能试验

5.5.1 密封性能试验

按照GB/T 4208中IP67防护等级的要求进行。

5.5.2 动静载荷能力试验

按照GB/T 39271.1的要求测量额定动载荷，按照GB/T 39271.2的要求测量额定静载荷。

5.5.3 额定寿命试验

按照GB/Z 36517的要求进行。

5.5.4 温升与热稳定性试验

应以下步骤进行：

- 将轴承安装在试验台，按额定转速1500r/min运转；
- 测量轴承温升及外表温度变化；
- 高温稳定性验证：轴承在150℃环境下连续运转72h。

5.5.5 耐腐蚀性试验

按照GB/T 10125的要求进行中性盐雾试验240h，检查表面有无锈蚀、剥落及密封失效。

5.5.6 润滑与免维护寿命试验

应以下步骤进行：

- 轴承按设计润滑脂填充量装配；
- 在额定载荷和转速条件下连续运转，直至达到设计寿命。

5.5.7 内部残留颗粒试验

应以下步骤进行：

a) 将轴承置于洁净容器中，加入适量异丙醇等溶剂，在超声波清洗器中处理约10min，以提取内部残留颗粒；

b) 将提取液通过预先称量的0.45 μm滤膜过滤，干燥至恒重后，用微量天平称量颗粒总质量；

c) 使用显微镜或图像分析系统检测滤膜上的颗粒尺寸，记录最大颗粒直径。

5.6 环境适应性试验

5.6.1 温度适应性试验

按照GB/T 2423.27的要求进行。

5.6.2 湿度适应性试验

按照GB/T 2423.27的要求进行。

5.6.3 噪声和振动试验

噪声试验按照GB/T 43617.3的要求进行，振动试验按照GB/T 32333的要求进行。

5.6.4 防尘、防水及低压适应性试验

防尘、防水试验按照GB/T 4208中IP67的要求进行；将轴承置于压力 $\leq 58\text{kPa}$ 的低压环境下运行2h进行低压适应性试验。

6 检验规则

6.1 检验分类

本文件要求的检验分为出厂检验和型式检验两类。

6.2 出厂检验

6.2.1 每台设备出厂前均应进行出厂检验，检验项目为设备外观。

6.2.2 出厂检验应逐台进行，所有检验项目均符合本文件要求时，判定为合格，若有不合格项目，允许返修后重新检验，重新检验仍不合格的，判定为不合格，不得出厂。

6.3 型式检验

6.3.1 检验时机

有下列情形之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定；
- b) 设计、工艺或主要原材料有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产满一年时；
- d) 间隔一年以上再生产时；
- e) 出厂检验结果与同产品型号或批次的型式检验有较大差异时。

6.3.2 检验项目及要求

型式检验应在国家认证监督管理委员会认可的检测机构或者具备相关认证资质的实验室完成，检验的项目应包括所有指标。

6.3.3 抽样规则

抽样规则应符合GB/T 6378.1的要求。

6.3.4 判定规则及处理措施

所有检验项目均满足本文件的技术要求时，判定为合格。任一项不符合规定时，判定为不合格。对于不合格的产品，应进行返工或报废处理，返工产品应重新进行检验。

6.4 检验报告

所有检验记录和报告应妥善存档，每次检验结束后应出具完整的检验报告，并包括下列内容：

- a) 基本信息：产品名称、产品批次编号、检验日期、检验机构和参与人员等；
- b) 检验目的与检验依据；
- c) 检验环境与检验设备清单等；
- d) 检验方法与检验过程；
- e) 检验数据：详细列出各项的检测数据；
- f) 检验结论：评估该批次产品是否合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

标志应满足下列要求：

- a) 应有清晰、牢固、持久的标志，内容包括：产品名称和型号、生产单位、出厂编号、生产日期、电气参数、安全和防爆标志等；
- b) 所有标志应清晰、耐磨，符合GB/T 191的相关规定。

7.2 包装

包装应满足下列要求：

- a) 包装应采用防潮、防震、防尘材料，确保设备在运输和存储过程中不受损；
- b) 包装内部应有缓冲材料；
- c) 包装箱外应标明产品的名称、型号、毛重、净重及运输标志；
- d) 每件产品随包装附带说明书、合格证及出厂检验报告。

7.3 运输

运输应满足下列要求：

- a) 运输过程中应避免剧烈振动、跌落及强烈温度变化；
- b) 在运输过程中不得与有毒、有腐蚀性或易燃物品混装；
- c) 产品运输过程中应避免暴露在高湿或雨淋环境下。

7.4 贮存

贮存应满足下列要求：

- a) 设备应存放于0℃~50℃的环境温度内，相对湿度≤85%的干燥环境中；
 - b) 贮存环境应通风良好，避免阳光直射及高湿度环境；
 - c) 长期贮存时，应每6个月对设备进行一次检查和维护。
-