团体标准《乘用车曲轴技术条件》

（征求意见稿）编制说明

一、项目来源

根据《广西标准化协会关于下达2022年第六十七批团体标准制修订项目计划的通知》（桂标协〔2022〕161号）文件精神，由桂林市市场监督管理局提出，桂林福达股份有限公司、桂林福达曲轴有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司共同起草的团体标准《乘用车曲轴技术条件》（项目编号：2022-6701）获批立项。

二、项目背景及目的意义

曲轴作为内燃机的心脏。曲轴的旋转是内燃机的动力源,也是整个机械系统的源动力,它承受连杆传来的力，并将其转变为转矩通过曲轴输出并驱动内燃机上其他附件工作。曲轴的性能(精度、刚度、耐磨性等)在很大程度上决定着内燃机整机的工作性能和工作寿命,是内燃机五大核心零部件：缸体、缸盖、曲轴、连杆、凸轮轴之一,对车辆运动性能、燃油经济性、环保排放达标均有重要影响。曲轴作为内燃机核心部件，行业上游是材料(钢铁)、能源(煤炭、电力)、设备(机床)等行业，行业直接下游是内燃机制造企业和维修服务企业，终端下游为汽车、工程机械、农机、船舶等主机企业。

根据《国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》指出，要加快推进制造强国、质量强国建设。依托工业龙头企业，提升制造业核心竞争力。制造业核心竞争力提升中包括汽车制造的软硬件系统、高性能动力系统等关键技术和关键部件。加大重要零部件产品和关键核心技术攻关力度，推动制造业产品“增品种、提品质、创品牌”。《桂林市人民政府关于印发桂林市科技创新发展“十四五”规划的通知》文件也明确要求，要加快推进桂林工业振兴工作，重点推进机动车电动化，加快埃斯迈高性能动力电池材料生产基地落地，加快福达B48曲轴生产线建设项目等重大项目建设，加快打造新能源汽车及轨道交通产业集群。

据中国汽车工业协会统计分析，2022年8月，我国乘用车产销分别完成215.7万辆和212.5万辆，同比分别增长43.7%和36.5%。2022年1至8月，乘用车产销分别完成1480.3万辆和1465.5万辆，同比分别增长14.7%和11.7%；据广西壮族自治区2022年1-4月乘用汽车产量数据统计，广西壮族自治区规模以上工业企业2022年1-4月乘用汽车产量51.8万辆，比上年同期下降10.1%，增速较上一年同期低84.3个百分点，增速较同期全国低2.3个百分点，约占同期全国规模以上企业汽车产量795.3万辆的比重为6.5%。市场上乘用车的产量上升，对乘用车曲轴的需求量也随之增大，桂林福达曲轴有限公司作为国内以及国际乘用车曲轴的重要供应商之一，为玉柴机器、上海日野、康明斯、玉柴联合动力、日本洋马、吉利控股、比亚迪汽车工业、东风乘用车、德国MTU、上菲红、奔驰、沃尔沃、上汽通用五菱、东风本田、柳汽等国内外多家发动机厂和汽车厂供应曲轴产品，在我国乃至全球汽车配件领域具有重要影响力。

曲轴产品的技术要求和安全性要求极高。作为内燃机核心部件，曲轴在工作中要承受交变载荷所引起的弯曲和剪切应力，对疲劳、耐磨和强度等性能指标都有非常高的要求，所以曲轴的生产对材质以及毛坯加工技术、精度、表面粗糙度、热处理和表面强化、动平衡要求都非常严格。其中任何一个环节质量得不到保证，就会影响曲轴寿命和可靠性，进而影响车辆的质量、安全和使用寿命。

通过制定团体标准《乘用车曲轴技术条件》，以标准为抓手，以高标准、高质量、高起点对乘用车曲轴的技术要求和检验方法、规则进行规范，对引领乘用车曲轴技术进步，打造桂林曲轴品牌，加快完成桂林新能源乘用车产业集群建设具有重要的意义。

三、项目编制过程

**（一）成立标准编制工作组**

团体标准《乘用车曲轴技术条件》项目任务下达后，桂林市市场监督管理局成立了标准编制工作组，起草单位制定了起草编写方案与进度安排，明确任务职责，确定工作技术路线，开展标准研制工作。具体标准编制工作由桂林福达股份有限公司、桂林福达曲轴有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司等起草单位组成标准编制工作组，编制工作组下设三个组，分别是资料收集组、草案编写组、标准实施组。

资料收集组负责国内外有关曲轴技术条件文献资料的查询、收集和整理工作，查阅前人对乘用车曲轴技术条件研究情况和进展。

草案编写组负责起草标准草案、征求意见稿和标准编制说明、送审稿及编制说明的编写工作，包括后期召开征求意见会、网上征求意见，以及标准的不断修改和完善。

标准实施组负责《乘用车曲轴技术条件》团体标准发布后，组织科研院所、相关企业开展标准宣贯培训会，对标准进行详细解读，让相关人员了解标准，并根据标准对乘用车发动机曲轴的原材料、曲轴锻件、曲轴成品等技术要求进行分析、把控，保证标准的先进性，并对标准实施情况进行总结分析，不断对团体标准提出修正意见。

**（二）查询标准及文献资料**

标准编制工作组收集了国内有关发动机曲轴、乘用车曲轴技术条件相关文献资料。主要有：

GB/T 23339 内燃机 曲轴 技术条件

JB/T 12083 通用小型汽油机曲轴 技术条件

QC/T 481 汽车发动机曲轴技术条件

T/CCMI 20 乘用车发动机曲轴锻造毛坯件技术条件

Q/DHAC 07 乘用车发动机曲轴

**（三）研讨确定标准主体内容**

标准编制工作组在对收集的资料进行整理研究之后，标准编制工作组召开了标准编制会议，对标准的整体框架结构进行了研究，并对标准的关键性内容进行了初步探讨。经过研究，标准的主体内容确定为乘用车曲轴的曲轴材料、曲轴锻件、球墨铸铁曲轴铸件、曲轴成品的技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

**（四）形成草案、征求意见稿**

2022年9月，标准编制组经过查阅大量文献调研，进行基础实验验证，广泛实地调研，对乘用车曲轴技术条件进行系统总结。形成了标准的基本构架，对主要内容进行了讨论并对项目的工作进行了部署和安排。

2022年10月，在前期工作的基础之上，通过理清逻辑脉络，整合已有参考资料中有关计算方法，并结合前期实践验证结果，按照简化、统一等原则编制完成团体标准《乘用车曲轴技术条件》（草案）。

2022年11月，标准编制工作组对前期的研究和数据进了整理并结合前期技术咨询会、征求意见会、技术审查会的内容针对桂林福达股份有限公司、桂林福达曲轴有限公司、广西玉柴机器股份有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司的曲轴生产技术要求等内容进行多次讨论、研究，最终形成团体标准《乘用车曲轴技术条件》（征求意见稿）和编制说明。

四、标准制定原则

**（一）实用性原则**

本文件是在充分收集相关资料和文献，分析发动机曲轴生产技术现状，调研乘用车曲轴技术条件的技术要求，在现有国家、行业标准对相关乘用车曲轴的技术要求、检验要求基础上，结合多年经验而总结起草的。其相关指标、技术要求和计算分析方法满足相关国家标准、工业标准的要求，有利于乘用车曲轴行业的长远发展，具有较强的实用性和可操作性。

**（二）协调性原则**

本文件编写过程中注意了与乘用车曲轴技术条件相关法律法规的协调问题，在内容上与现行法律法规、标准协调一致。

**（三）规范性原则**

本文件严格按照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》的要求和规定编写本标准的内容，保证标准的编写质量。

**（四）前瞻性原则**

本文件在兼顾当前乘用车曲轴技术条件现实情况的同时，还考虑到了乘用车曲轴技术条件快速发展的趋势和需要，在标准中体现了个别特色性、前瞻性和先进性条款，作为乘用车曲轴技术条件要求的指导。

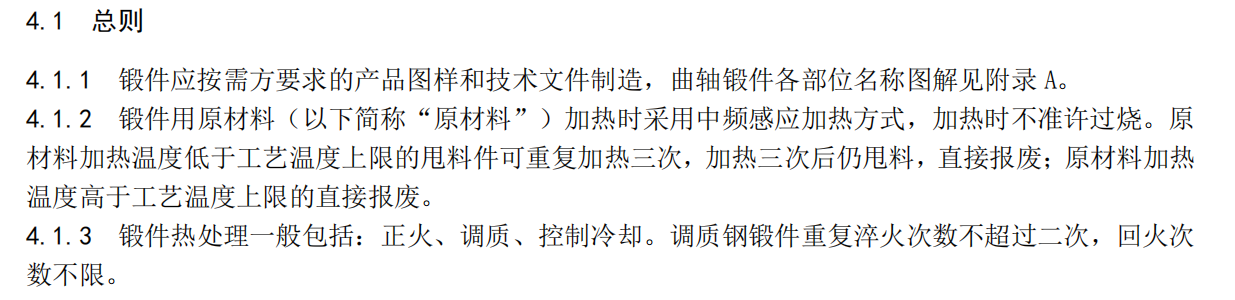
五、标准主要章节内容及确定依据

团体标准《乘用车曲轴技术条件》主要内容包括乘用车曲轴的曲轴材料、曲轴锻件、球墨铸铁曲轴铸件、曲轴成品的技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

**（一）技术要求**

**1.总则**

说明曲轴锻件及材料的总体要求。主要参考T/CCMI 20-2022《乘用车发动机曲轴锻造毛坯件 技术条件》的总则确定。



**2.曲轴材料**

包括两种类型，锻钢曲轴材料和球墨铸铁曲轴材料（以下简称“球铁曲轴材料”）。曲轴材料的生产以锻钢为主，罗列出了锻钢曲轴材料的牌号、材料化学成分、非金属夹杂物、淬透性等内容要求。曲轴材料内容要求主要参考T/CCMI 20-2022《乘用车发动机曲轴锻造毛坯件 技术条件》。

锻钢曲轴材料牌号参考GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》的要求，结合企业生产实际，主要采用GB/T 15712中规定的F38MnVS、F40MnVS、F48MnV、F49MnVS非调质钢或其他类似用途的非调质钢；以及按GB/T 699中规定的45号优质碳素结构钢或按GB/T 3077中规定的40CrNiMo、42CrMo、45Mn2、35CrMo、40Cr、40MnB合金钢制造。也可采用力学性能不低于上述牌号的其他钢材制造。为满足相应国家标准规定，原材料化学成分、允许偏差应符合GB/T 3077、GB/T 5216、GB/T 15712、GB/T 222的规定。

曲轴材料的非金属夹杂物也应做出相应的规定。具体参考T/CCMI 20-2022《乘用车发动机曲轴锻造毛坯件 技术条件》的要求，见表1。

表1 非金属夹杂物级别

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位：级 | | | | | | | | | |
| 非金属夹杂物 | A | | B | | C | | D | | Ds |
| 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 |  |
| 不大于 | | | | | | | | |
| 调质钢 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.5 |
| 非调质钢 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | / |

曲轴材料的淬透性按GB/T 225进行测定，应符合GB/T 5216规定或由供需双方协商确定。

其他要求中还给出了原材料酸浸低倍组织级别的评定（见表2）、原料晶粒度、脱碳层、硬度的检验方法等要求。

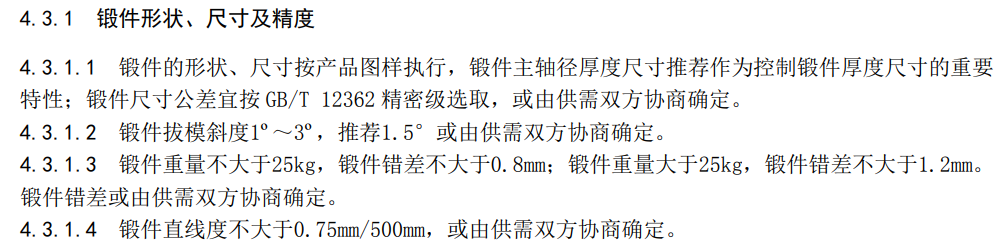
表2 酸浸低倍组织级别

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 单位：级 | | | | |
| 锭型偏析 | 中心疏松 | 一般疏松 | 一般点状偏析 | 边缘点状偏析 |
| ≤2.0 | ≤2.0 | ≤2.0 | 不准许 | |

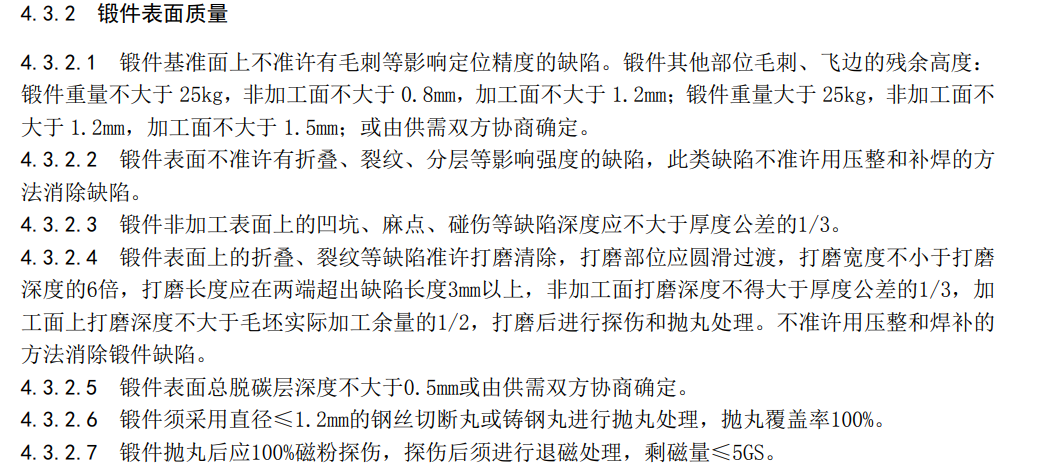
****

**3.曲轴锻件**

参考T/CCMI 20-2022《乘用车发动机曲轴锻造毛坯件 技术条件》的要求，锻件的形状、尺寸按产品图样执行。主要涉及锻件拔模斜度、锻件重量、锻件错差和锻件直线度要求。



由于曲轴加工表零件的使用性能如耐磨性、接触刚度、疲劳强度、配合性质、抗腐蚀性能及精度的稳定性等有很大的影响，因此对曲轴锻件应提出一定的表面质量要求。如：锻件基准面上不准许有毛刺等影响定位精度的缺陷；锻件表面不准许有折叠、裂纹、分层等影响强度的缺陷等，具体要求参考T/CCMI 20-2022《乘用车发动机曲轴锻造毛坯件 技术条件》。



根据实际生产需求检验不同的锻件牌号的力学性能和硬度指标，同时给出不同条件下的硬度差要求，指标推荐参数见表3。

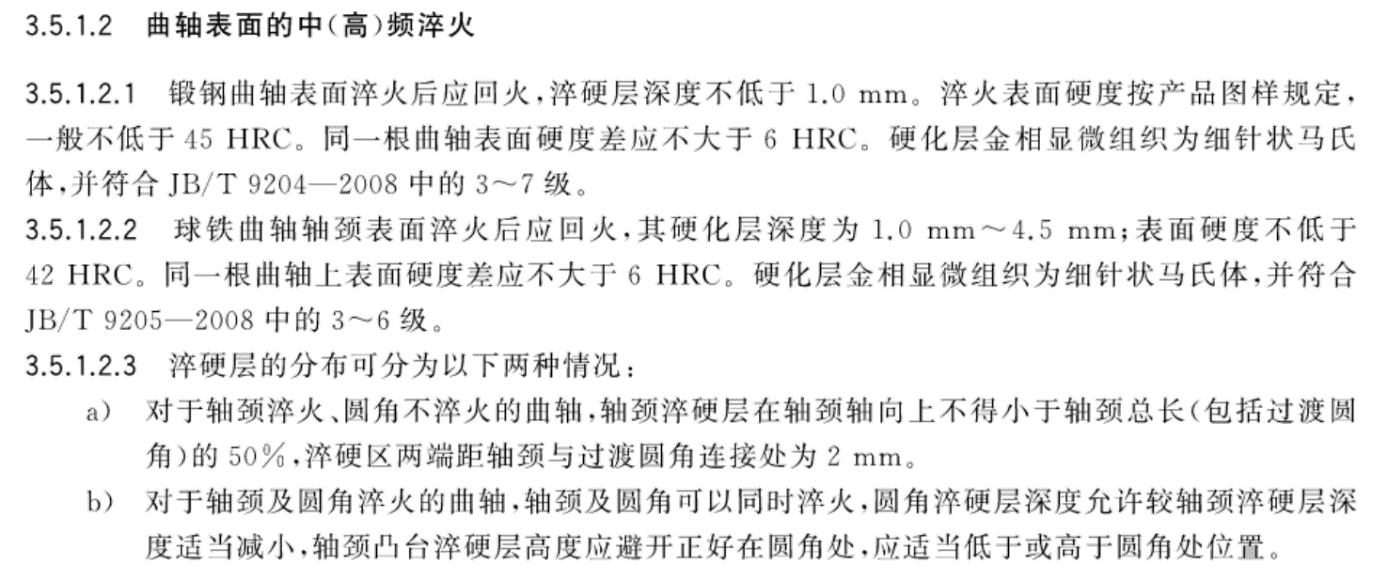
表3 锻件热处理力学性能和硬度推荐参数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 热处理 | 抗拉强度  RmMPa | 屈服强度  Rp0.2MPa | 断后伸长率  A％ | 断面收缩率  Z％ | 冲击功KU2  J | 硬度  HBW |
| 40Cr | 调质 | ≥820 | ≥620 | ≥12 | ≥45 | / | 250～310 |
| 40CrNiMoA | 调质 | ≥850 | ≥680 | ≥12 | ≥45 | ≥63 | 260～310 |
| 40CrMo | 调质 | ≥850 | ≥680 | ≥12 | ≥45 | ≥63 | 260～310 |
| 37CrS4 | 调质 | ≥820 | ≥630 | ≥12 | ≥45 | ≥40 | 240～300 |
| 38MnVS6 | 控冷 | 800～1000 | ≥580 | ≥12 | ≥25 | / | 245～298 |
| C38N2 | 控冷 | 750～950 | ≥450 | ≥12 | ≥25 | / | 222～266 |
| 49MnVS3 | 控冷 | 780～950 | ≥450 | ≥10 | ≥20 | / | 226～280 |
| 48MnV | 控冷 | ≥698 | / | ≥10 | / | / | 207～277 |
| S45CVS | 控冷 | ≥735 | ≥440 | ≥8 | ≥20 | / | 229～285 |
| SAE1538MV | 控冷 | ≥800 | ≥580 | ≥10 | / | / | 248～302 |
| 注：同一位置表面至12mm深度硬度差≤25HBW，不同位置同一深度硬度差≤20HBW。 | | | | | | | |

根据热处理方式的不同，曲轴锻件的金相组织也需要满足不同的指标要求。经正火处理的曲轴锻件，晶粒度应不粗于GB/T 6394中规定的5级，同支产品的晶粒度不均匀级差不大于3级，金相组织为珠光体+铁素体；经调质处理的曲轴锻件，晶粒度不粗于GB/T 6394中规定的5级，同支产品的晶粒度不均匀级差不大于3级，金相组织符合GB/T 13320中6.3规定的1～4级；非调质钢锻件经控制冷却处理后，晶粒度不粗于GB/T 6394中规定的3级，金相组织为珠光体+铁素体，可有少量贝氏体。

**4.曲轴成品**

成品表面处理的方法有圆角淬火和圆角滚压等方式。参考GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》结合生产实际对曲轴表面的中（高）频淬火条件进行规定并进行细化，给出了马氏体组织要求。



曲轴成品的表面粗糙度参考GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》的要求，因生产实际情况不涉及氮化处理，给出了表面粗糙度和轴颈表面轮廓支承长度率的要求，同时增加滚压沉槽项目的要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 表面粗糙度Ra/μm | 轴颈表面轮廓支承长度率Rmr(c)% |
| 主轴颈及连杆轴颈 | ≤0.20 | Rmr(1.2)≥90% |
| 轴颈过渡圆角 | ≤0.63 | - |
| 止推凸台端面 | ≤0.63 | - |
| 带内圈的滚动轴承的主轴颈 | ≤1.25 | - |
| 滚压沉槽 | ≤0.63 | - |

尺寸公差和形状位置公差参考GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》。现阶段曲轴工艺水平的发展，几乎不再使用氮化处理。曲轴的圆跳动公差等级应符合表4规定。

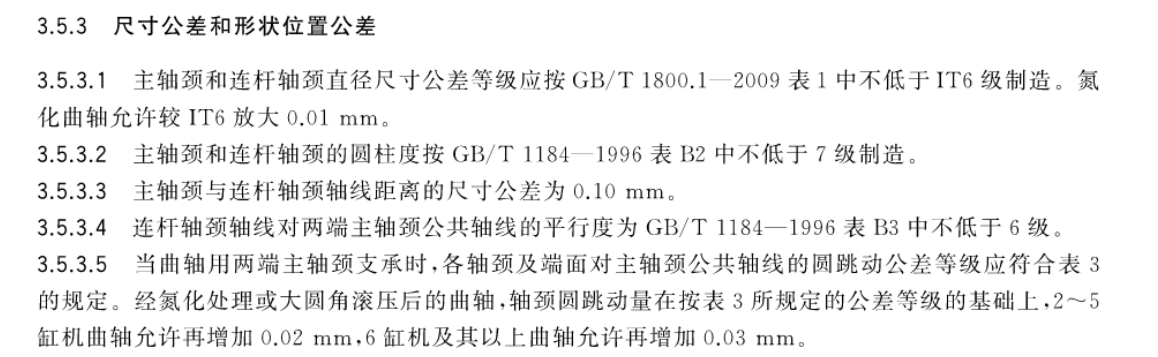


表4 圆跳动公差等级

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 公差等级 |
| 1 | 曲轴中间主轴颈 | 8 |
| 2 | 装主动齿轮轴颈 | 8 |
| 3 | 装飞轮端的圆柱或圆锥形轴颈 | 8 |
| 4 | 止推凸台端面 | 8 |
| 5 | 装飞轮端端面 | 7 |
| 6 | 装油封轴颈 | 8 |
| 7 | 装风扇带轮轴颈 | 9 |
| 1. 组合式曲轴按产品图样要求。 2. 公差等级按GB/T 1184表B.4的规定。 | | |

乘用车曲轴需要进行动平衡实验。这与GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》需要做的静、动平衡实验有所区别。每根曲轴应做平衡试验。三缸和四缸机曲轴进行不平衡量检测时，曲轴转速小于500r/min。其动平衡量按产品图样规定。

曲轴的清洁度应符合整机制造厂的规定。需要检测曲轴整体表面清洁度及曲轴油孔清洁度，根据生产实际需要确定了重量和最大颗粒指标。一般要求见表5：

表5 一般要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 清洁度检测项目 | 重量  mg | 最大颗粒  mm |
| 曲轴油孔 ≤ | 3.0 | 0.6 |
| 曲轴整体表面 ≤ | 15.0 | 0.8 |

**（二）检验方法**

检验项目涉及曲轴材料的化学成分、非金属夹杂物、淬透性、力学性能等，具体要求按照GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》中“4 检验方法”的规定进行检验。

**（三）检验规则、标志、包装、运输和贮存**

按照GB/T 23339 《内燃机 曲轴 技术条件》的规定执行。

六、国内外同类标准制修订情况及与法律法规、强制性标准关系

经查阅，国内与曲轴技术相关的标准主要有：GB/T 23339《内燃机 曲轴 技术条件》、JB/T 6727《内燃机曲轴 技术条件》、JB/T 6729《内燃机 曲轴、凸轮轴磁粉探伤》、JB/T 12083《通用小型汽油机曲轴 技术条件》、QC/T 481《汽车发动机曲轴技术条件》、QC/T 1140-2020《汽车零部件再制造产品技术规范 曲轴》、TB/T 2908《内燃机车用球墨铸铁曲轴金相检验》、TB/T 3475.1《机车、动车组用柴油机零部件 第1部分：曲轴》。

其中，GB/T 23339《内燃机 曲轴 技术条件》，适用于气缸直径不大于200mm的往复式内燃机曲轴，乘用车的汽油机曲轴的技术要求与之有所不同；JB/T 6727《内燃机曲轴 技术条件》，适用于气缸直径小于或等于200mm的往复式内燃机曲轴，乘用车的汽油机曲轴的技术要求与之有所不同；JB/T 6729《内燃机 曲轴、凸轮轴磁粉探伤》，适用于气缸直径小于或等于200mm的往复式内燃机曲轴、凸轮轴表面及近表面缺陷的检验和评定，不适用于乘用车曲轴技术条件；JB/T 12083《通用小型汽油机曲轴 技术条件》，适用于通用小型汽油机曲轴，不适用于一般乘用车曲轴；QC/T 481《汽车发动机曲轴技术条件》，适用于汽车发动机曲轴，但《乘用车曲轴技术条件》的技术要求要优于《汽车发动机曲轴技术条件》；QC/T 1140《汽车零部件再制造产品技术规范 曲轴》，适用于汽车发动机曲轴的再制造产品，不适用于乘用车曲轴技术条件；TB/T 2908《内燃机车用球墨铸铁曲轴金相检验》，适用于内燃机车用207系列、240系列柴油机球墨铸铁曲轴或力学性能要求和尺寸相当于机车柴油机曲轴的一般球墨铸铁铸件，不适用于乘用车的（汽油）发动机曲轴；TB/T 3475.1《机车、动车组用柴油机零部件 第1部分：曲轴》，适用于机车、动车组用柴油机新造锻钢曲轴和球墨铸铁曲轴，不适用于乘用车的汽油机曲轴。

以上标准均不适用于乘用车曲轴的技术要求。另外，乘用车的发动机属于汽油机，其曲轴是汽油机曲轴，因此柴油机曲轴标准无法适用于乘用车的汽油机曲轴的技术条件，曲轴的技术要求和检验规则也有所不同。广西未制定有《乘用车曲轴技术条件》。

本标准的内容与现行的法律、法规及强制性标准无冲突，标准的编写符合GB/T 1.1-2020的要求。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准研制过程中无重大分歧意见。

八、自我承诺

本标准内容与各项指标不低于强制性标准。

团体标准《乘用车曲轴技术条件》

标准编制小组

2022年10月29日