

团 体 标 准

T /CICEIA XXXX-20XX

通用汽油机 铸铁凸轮轴

General gasoline engines— Cast camshafts

征求意见稿

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。

20XX – XX – XX 发布

20XX – XX – XX 实施

中国内燃机工业协会 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 1

4 技术要求 2

5 检验方法 4

6 检验规则 6

7 标志、包装、运输和贮存 6

图 1 通用汽油机 铸铁凸轮轴结构示意图..... 2

表 1 凸轮轴材料..... 2

表 2 凸轮轴基体硬度及金相组织..... 3

表 3 凸轮表面淬火后硬度、硬化层深度及金相组织..... 3

表 4 凸轮轮廓曲线升程偏差和速率偏差..... 3

表 5 凸轮轴主要部位几何公差..... 4

表 6 凸轮轴表面粗糙度..... 4

表 7 凸轮轴基体硬度及金相组织检验方法..... 5

表 8 凸轮表面淬火后硬度、硬化层深度及金相组织检验方法..... 5

表 9 出厂检验与型式检验项目..... 6

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。

本文件由中国内燃机工业协会提出。

本文件由中国内燃机工业协会标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：浙江博星工贸有限公司、天津内燃机研究所（天津摩托车技术中心）、中国内燃机工业协会等。

本文件主要起草人：周康康、徐刚强、丁倩岚、赵明好等。

本文件为首次发布。

通用汽油机 铸铁凸轮轴

1 范围

本文件规定了通用汽油机铸铁凸轮轴的术语和定义、技术要求、检验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于额定净功率30 kW及以下的四冲程往复式通用汽油机铸铁凸轮轴(含传动齿轮)。

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 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 1182 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注

GB/T 1184-1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1348 球墨铸铁件

GB/T 1800.1 产品几何技术规范(GPS) 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第1部分:公差、偏差和配合的基础

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 1958 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测定方法

GB/T 7216-2023 灰铸铁金相检验

GB/T 9439 灰铸铁件

GB/T 9441-2021 球墨铸铁金相检验

GB/T 10095.1 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第1部分:齿面偏差的定义和允许值

GB/T 10095.2 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第2部分:径向综合偏差的定义和允许值

JB/T 6729 内燃机 曲轴、凸轮轴磁粉检测

JB/T 9205-2008 珠光体球墨铸铁零件感应淬火金相检验

3 术语和定义

GB/T 1348、GB/T 9439界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

通用汽油机 铸铁凸轮轴 **general gasoline engines-cast camshafts**

采用灰铸铁或球墨铸铁材质制成，用于额定净功率30 kW及以下四冲程往复式通用汽油机，集成凸轮型面、轴体结构及传动齿轮，用于控制配气机构开闭时序并传递动力的配气核心部件。

3.2

传动齿轮 **camshaft drive gear**

固定在凸轮轴端部，与曲轴齿轮啮合，传递动力并保证配气机构正时相位的渐开线圆柱齿轮。

3.3

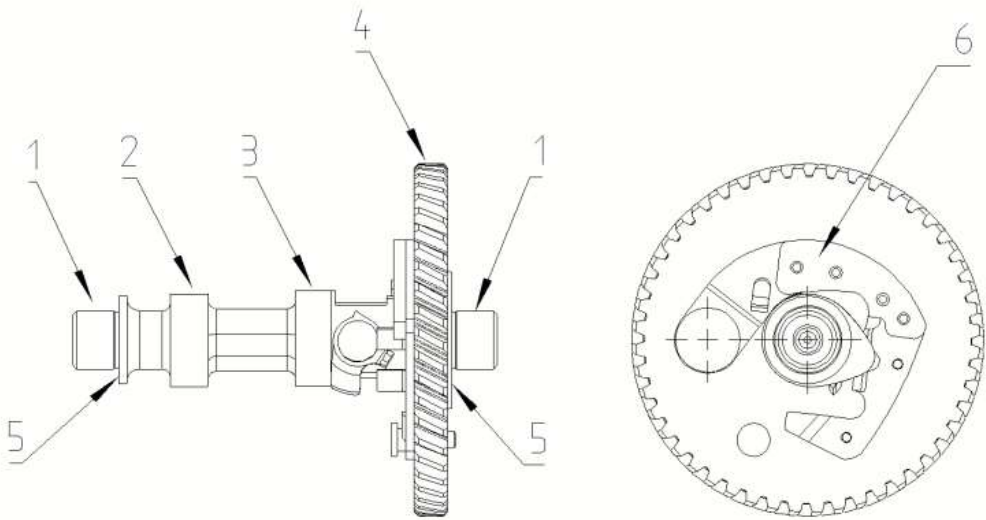
减压机构 **decompression mechanism**

汽油机配气系统附属机构，启动时强制顶开气门泄压，减小曲轴转动阻力，启动完成后自动复位恢复正常配气的装置。

4 技术要求

4.1 基本要求

通用汽油机铸铁凸轮轴(以下简称凸轮轴)应按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造，并应符合本文件的规定。凸轮轴结构示意图如图1。



- ^a 标引序号说明：
- 1——支撑轴径；
 - 2——进气凸轮（双缸凸轮轴有两个进气凸轮）；
 - 3——排气凸轮（双缸凸轮轴有两个排气凸轮）；
 - 4——传动齿轮；
 - 5——支撑轴径端面；
 - 6——减压机构。

图1 通用汽油机 铸铁凸轮轴结构示意图

4.2 材料

4.2.1 凸轮轴材料推荐采用表1 的规定的材料，当需方对材料有明确要求时,应符合需方的要求。

表1 凸轮轴材料

牌号	标准	类型
QT600-3	GB/T 1348	球墨铸铁件
HT250	GB/T 9439	灰铸铁件

4.2.2 球墨铸铁的力学性能应不低于 GB/T 1348 中 QT600-3 的规定。

4.2.3 灰铸铁的力学性能应不低于 GB/T 9439 中 HT250 的规定。

4.3 硬度、硬化层深度及金相组织

4.3.1 凸轮轴基体硬度及金相组织应符合表 2 的规定。

表2 凸轮轴基体硬度及金相组织

材料	基体硬度	基体金相组织
QT600-3球墨铸铁凸轮轴	220 HBS~290 HBS	按GB/T 9441-2021中7.1、7.3、7.4、7.5、7.6的规定，应符合以下要求：球化等级为1级~4级；石墨大小级别为5级~8级；珠光体含量级别不低于珠75级；允许有不大于2%的游离碳化物和不大于2%的磷共晶存在，但其总量不大于3%
HT250灰铸铁凸轮轴	180 HBS~240 HBS	应符合GB/T 7216-2023中5.1、5.2、5.3、5.4、5.5的规定，应符合以下要求：金相组织应为珠光体+石墨(石墨形状:A型或A+少量DE型)；石墨长度级别为4级~7级；珠光体含量级别为1级~2级；碳化物含量级别为1级~5级

4.3.2 凸轮表面经表面淬火后，凸轮硬度、硬化层深度及金相组织应符合表 3 的规定。

表3 凸轮表面淬火后硬度、硬化层深度及金相组织

材质	硬化层硬度	硬化层深度	硬化层金相组织
QT600-3球墨铸铁凸轮轴	45 HRC~55 HRC	1.5 mm~5mm	按JB/T 9205-2008中4.3的规定，硬化层显微组织级别3级~6级合格
HT250灰铸铁凸轮轴	45 HRC~55 HRC	1.5 mm~5mm	应为针状、细针状、隐针状马氏体+少量残余奥氏体+碳化物，可有少量屈氏体

4.4 尺寸公差

4.4.1 凸轮轴支撑轴颈直径的尺寸公差等级应不低于 GB/T 1800.1 规定的 IT7。

4.4.2 凸轮轴支撑轴颈止推端面间长度的尺寸公差应不大于 0.1 mm。

4.4.3 凸轮基圆半径的尺寸公差应不大于 0.04 mm。

4.4.4 齿轮齿顶圆直径的尺寸公差应不大于 0.1 mm，齿轮跨棒测量距的尺寸公差应不大于 0.05 mm。

4.4.5 其余尺寸公差应符合下列要求：

- 凸轮对凸轮轴安装基准面的轴向部位尺寸公差值均应相等，其偏差值应不大于 ± 0.75 mm；
- 其余切削加工部位的一般公差按 GB/T 1804 中 m 级规定。

4.5 几何公差

4.5.1 凸轮轴各部位的几何公差定义应符合 GB/T 1182 的规定。

4.5.2 进排气凸轮与齿轮正时点的角度偏差应不大于 $\pm 30'$ 。

4.5.3 凸轮轮廓曲线升程偏差和速率偏差应不大于表 4 的规定。

表4 凸轮轮廓曲线升程偏差和速率偏差

测量项目	测量部位	偏差
升程偏差	工作段	± 0.035 mm
	缓冲段	± 0.020 mm
速率偏差	工作段	± 0.008 mm/1°
	缓冲段	± 0.005 mm/1°

注：工作段和缓冲段分界点为加速度曲线中正加速度末点。

4.5.4 齿轮精度等级应不低于 GB/T 10095.1 和 GB/T 10095.2 规定的 8 级。当需方对齿轮精度等级有

明确规定时，应符合需方技术要求。

4.5.5 凸轮轴主要部位几何公差应按表 5 规定。

表5 凸轮轴主要部位几何公差

单位 毫米

几何公差名称	几何公差
支撑轴颈的圆跳动	≤ 0.010
凸轮基圆相对支撑轴颈跳动	≤ 0.020
止推端面跳动	≤ 0.020
支撑轴颈圆柱度	≤ 0.005
两支撑轴颈同轴度	≤ 0.015
凸轮面平行度	≤ 0.008

4.5.6 凸轮轴其余未注形位公差应符合下列要求：

- a) 形状公差的未注公差值按 GB/T 1184-1996 规定的 L 公差等级；
- b) 位置公差的未注公差值按 GB/T 1184-1996 规定的 K 公差等级。

4.6 表面粗糙度

凸轮轴主要部位表面粗糙度Ra应符合表6的规定。

表6 凸轮轴表面粗糙度

单位 微米

部位	表面粗糙度Ra
凸轮表面	≤ 0.63
支撑轴颈表面	≤ 0.50
止推端面	≤ 1.25

4.7 减压机构

4.7.1 凸轮轴减压机构完全打开的转速范围应在 450 r/min~550 r/min，停止后减压机构自动复位。当需方对打开转速有明确规定时，应符合需方的技术要求。

4.7.2 减压机构的高度公差应为 ± 0.15 mm。

4.8 外观

4.8.1 凸轮轴非加工表面不应有缩孔、缩松、裂纹、夹渣、结疤、冷隔等缺陷。

4.8.2 凸轮轴加工表面不应有烧伤、划痕、气孔、缩松、裂纹、凹陷、斑点等缺陷。

4.9 磁痕缺陷

凸轮轴应进行磁粉检测，其缺陷磁痕允许限值及磁痕的判定应符合JB/T 6729的规定。

4.10 清洁度

凸轮轴清洁度限值 $12i$ mg (i 为通用汽油机气缸数)；凸轮轴清洁度颗粒限值不得大于 $800\mu\text{m} \times 800\mu\text{m}$ (长 $\times$ 宽)。

5 检验方法

5.1 材料

5.1.1 力学性能取样部位：灰铸铁凸轮轴按照 GB/T 9439 的规定取样，球墨铸铁凸轮轴按 GB/T 1348 的规定取样。

5.1.2 检验方法：按 GB/T 228.1 的规定进行检验。

5.2 硬度、硬化层深度及金相组织

5.2.1 凸轮轴基体硬度及金相组织应按表 7 规定进行检测。

表7 凸轮轴基体硬度及金相组织检验方法

材质	基体硬度	基体金相组织
QT600-3球墨铸铁凸轮轴	在凸轮轴基体上取样，按GB/T 231.1 规定	在凸轮轴基体上取样，按GB/T 9441-2021的规定进行检测
HT250灰铸铁凸轮轴		在凸轮轴基体上取样，按GB/T 7216-2023的规定进行检测

5.2.2 凸轮表面经表面淬火后，凸轮硬度、硬化层深度及金相组织应按表 8 规定进行检测。

表8 凸轮表面淬火后硬度、硬化层深度及金相组织检验方法

材质	硬化层硬度	硬化层深度	硬化层金相组织
QT600-3球墨铸铁凸轮轴	按GB/T 230.1规定	硬化层试样在凸轮宽度的1/2~1/3处剖切，按JB/T 9205-2008的规定进行检测	硬化层试样在凸轮宽度的1/2~1/3处剖切，按GB/T 9441-2021的规定进行检测
HT250灰铸铁凸轮轴		硬化层试样在凸轮宽度的1/2~1/3处剖切，从凸轮桃尖表面向中心测量至45HRC止，此测量点距凸轮桃尖表面的距离即为硬化层深度	硬化层试样在凸轮宽度的1/2~1/3处剖切，按GB/T 7216-2023的规定进行检测

5.3 尺寸公差

5.3.1 凸轮轴支撑轴颈直径、凸轮基圆半径应采用千分尺、气动量仪、凸轮轴综合测量仪等测量，应以凸轮轴综合测量仪检测为准。

5.3.2 凸轮轴支撑轴颈止推端面间长度、齿轮齿顶圆直径、齿轮跨棒测量距应采用千分尺、游标卡尺等测量，应以千分尺检测为准。

5.3.3 宽度、部位长度、孔深等其余尺寸应采用游标卡尺、高度尺、轮廓仪、三坐标仪等测量，应以三坐标仪检测为准。

5.4 几何公差

5.4.1 进排气凸轮与齿轮正时点的角度偏差，应采用凸轮轴综合测量仪进行检测，也可用光学分度头、百分表、三坐标仪等测量检测，应以凸轮轴综合测量仪检测为准。

5.4.2 凸轮轮廓曲线升程偏差和速率偏差应采用凸轮轴综合测量仪进行检测。

5.4.3 齿轮精度等级应采用齿轮测量中心进行检测。

5.4.4 凸轮轴主要部位几何公差、凸轮轴其余未注形位公差按 GB/T 1958 进行检测。

5.5 表面粗糙度

表面粗糙度应采用表面粗糙度仪进行检测。

5.6 减压机构

5.6.1 用红色记号笔在齿轮上标注明显标记，使减压机构打开到最大位置后刚好完全覆盖标记；将凸轮轴安装在配有转速表的转速检测仪上；打开转速检测仪，记录标记被完全覆盖后的转速；记录转速后关闭转速检测仪，观察减压机构的弹簧是否能自动复位。

5.6.2 减压机构的高度尺寸应采用专用底座架百分表进行检测。

5.7 外观

凸轮轴的外观质量采用目测。

5.8 磁痕缺陷

按JB/T 6729的规定进行检测。

5.9 清洁度

按GB/T 3821的规定进行检测。

6 检验规则

6.1 检验类型

凸轮轴的检验分出厂检验和型式检验两类。

6.2 出厂检验

6.2.1 每根凸轮轴应经生产企业的技术检验部门按图样及本文件的技术要求检验，合格后才能出厂。产品出厂应进行出厂检验，由单位质量部门检验合格，出厂检验项目按表 9。

表9 出厂检验与型式检验项目

序号	检验项目	技术要求	出厂检验	型式检验
1	材质	4.2	√	√
2	硬度	4.3	√	√
3	硬化层深度	4.3	√	√
4	金相组织	4.3	√	√
5	尺寸公差	4.4	√	√
6	几何公差	4.5	√	√
7	表面粗糙度	4.6	√	√
8	减压机构	4.7	√	√
9	外观	4.8	√	√
10	磁痕缺陷	4.9	▽	√
11	清洁度	4.10	▽	√
注：“√”为必检项目；“▽”为可选项目；“—”为非检验项目。				

6.2.2 出厂检验抽样方案及判定规则按 GB/T 2828.1 及产品技术文件规定，产品破坏性检测项目抽样方案根据各生产企业技术文件规定。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验项目按表 9。

6.3.2 型式检验方法采用随机抽样，从出厂合格的产品中随机抽取 5 件，抽样基数不少于 100 件，型式检验应全部符合要求，如有一项不符合项目，则应加倍数量抽取对该不合格项目进行复查，如仍不合格，则该批产品判为不合格。发生下列情况之一时，应进行型式检验。

- a) 新产品定型或鉴定；
- b) 产品转移生产场地时；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 国家质量监督机构提出型式检验时。

6.4 其他

国家主管部门及需方抽查产品时，按 GB/T 2828.1 的规定抽检，检验项目、组批原则、抽样方案、判定与复验规则按主管部门批准的实施细则或由制造厂与需方商定。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 标志应具永久性、标识部位、尺寸等按产品图标规定，标识不应使产品受到损伤或影响使用。

7.1.2 包装盒上宜标明：

- a) 制造厂名称、商标和地址；
- b) 产品名称、型号及零件号；
- c) 数量；
- d) 生产日期及防锈有效期；
- e) 执行标准号；
- f) “防湿”及“防压”等标记。

7.2 包装

7.2.1 凸轮轴必须进行清洗、防锈和包装。内包装一般采用吸塑、纸盒、泡沫等材料包装，每个凸轮轴应进行防锈处理，每只包装盒内应装入同一机型，同一品种的产品。

7.2.2 包装好的凸轮轴应装入衬有防水纸或塑料薄膜的包装箱内，保证在运输中不致损伤，包装箱每箱总重量不超过 50 kg。

7.2.3 每批次发货包装内应附有经制造厂质量检验员签章的产品检测报告。

7.3 运输

在运输过程中，要防磕碰、防雨、防潮。

7.4 贮存

凸轮轴应存放在通风和干燥的仓库内。在正常保管情况下，自出厂之日起，制造厂应保证产品在12个月内不致锈蚀。

7.5 其他

标志、包装、运输、贮存要求可由供需双方商定。
