

汽车发动机凸轮轴

1 范围

本文件规定了汽车发动机凸轮轴的分类与结构型式、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于汽车发动机用整体式凸轮轴和机械过盈连接组合式凸轮轴(以下简称凸轮轴)。

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 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量

GB/T 223.83 钢铁及合金 高硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 224 钢的脱碳层深度测定法

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 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 699 优质碳素结构钢

GB/T 700 碳素结构钢

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 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1348 球墨铸铁件

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

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 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图

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 2829 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
GB/T 3077 合金结构钢
GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值 and 测定方法
GB/T 5617 钢的感应淬火或火焰淬火后有效硬化层深度的测定
GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
GB/T 7216 灰铸铁金相检验
GB/T 7963 烧结金属材料（不包括硬质合金） 拉伸试样
GB/T 8731 易切削结构钢
GB/T 9439 灰铸铁件
GB/T 9441 球墨铸铁金相检验
GB/T 9450 钢件渗碳淬火硬化层深度的测定和校核

- GB/T 10128 金属材料 室温扭转试验方法
- GB/T 10561 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 12443 金属材料 扭矩控制疲劳试验方法
- GB/T 13320 钢质模锻件 金相组织评级图及评定方法
- GB/T 18254 高碳铬轴承钢
- GB/T 19055 汽车发动机可靠性试验方法
- GB/T 19076 烧结金属材料规范
- GB/T 31315 机械结构用冷拔或冷轧精密焊接钢管
- GB/T 34891 滚动轴承 高碳铬轴承钢零件 热处理技术条件
- JB/T 6729 内燃机 曲轴、凸轮轴磁粉检测
- JB/T 9204 钢件感应淬火金相检验
- JB/T 9205 珠光体球墨铸铁零件感应淬火金相检验

ISO 683-17 热处理钢、合金钢和易切钢 第17部分:滚球和滚柱轴承钢 (Heat-treated steels, alloy steels and free-cutting steels — Part 17: Ball and roller bearing steels)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

整体式凸轮轴 integral camshaft

由同一种材料,将凸轮和轴制成一体的凸轮轴。

注:整体式凸轮轴包括合金铸铁凸轮轴、球墨铸铁凸轮轴、钢制凸轮轴等。

3.2

组合式凸轮轴 assembled camshaft

将各凸轮等子零件采用机械过盈连接在组合式凸轮轴钢管上的凸轮轴。

注:组合式凸轮轴子零件一般包括钢管、端件、气门凸轮、油泵凸轮、制动凸轮、真空泵驱动部件、信号轮、碗型塞、钢球等。

3.3

组合式凸轮轴钢管 assembled camshaft steel tube

用于连接组合式凸轮轴其他子零件的载体。

3.4

组合式凸轮轴端件 assembled camshaft end piece

用于连接正时齿轮、链轮等的子零件。

3.5

组合式凸轮轴凸轮 assembled camshaft cam lobe

用于驱动气门等的子零件。

3.6

真空泵驱动部件 vacuum pump drive components
用于驱动真空泵工作的子零件。

3.7

信号轮 target wheel

用于提供凸轮轴的位置信号子零件。

3.8

偏心轮 eccentric wheel

与凸轮轴轴心线有偏心的圆体，用于驱动燃油泵的子零件。

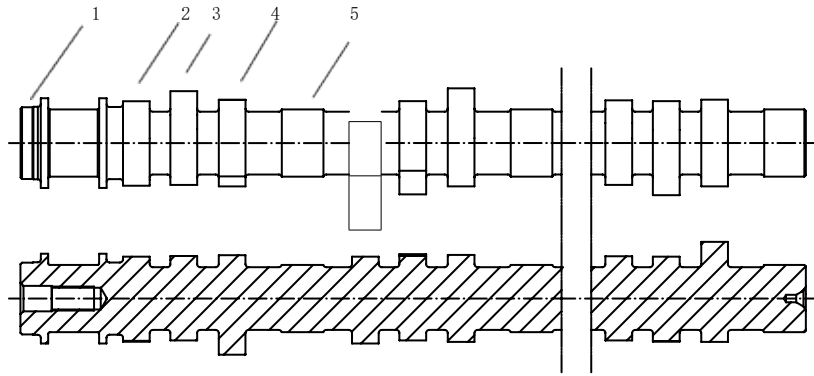
4 分类与结构型式

4.1 分类

凸轮轴按照制造工艺分为：整体式凸轮轴、组合式凸轮轴。

4.2 结构型式

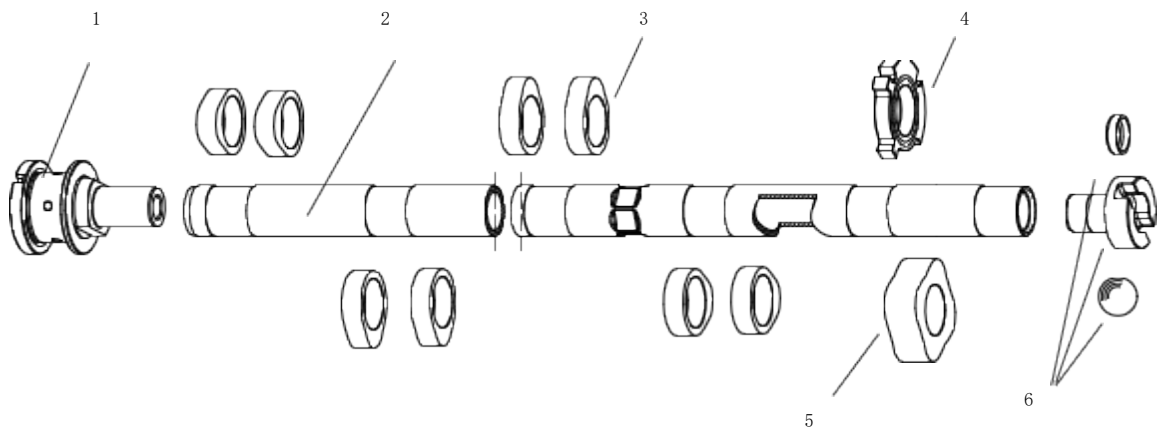
图1和图2分别给出了整体式凸轮轴和组合式凸轮轴的结构示意图。



标引序号说明：

- 1——正时齿轮轴颈；
- 2——制动凸轮；
- 3、4——气门凸轮；
- 5——工作轴颈。

图 1 整体式凸轮轴结构示意图



标引序号说明：

- 1——端件；
- 2——钢管；
- 3——气门凸轮；
- 4——信号轮；
- 5——油泵凸轮；
- 6——钢球、碗型塞、真空泵驱动部件。

图 2 组合式凸轮轴结构示意图

5 技术要求

5.1 材质

5.1.1 整体式凸轮轴采用合金铸铁、球墨铸铁或优质碳钢、低碳合金钢以及能满足使用性能的其他材料制造，并符合下列要求：

- a) 合金铸铁材质的主要化学成分宜按表 1 的规定，力学性能应符合表 2 的规定；
- b) 球墨铸铁的力学性能不应低于 GB/T 1348 中 QT 600-3 的规定；
- c) 表面淬火的优质碳钢，其材质和力学性能应符合 GB/T 699 的规定；

d) 表面渗碳（氮）的低合金钢，其材质和力学性能应符合 GB/T 3077 的规定。

表 1 合金铸铁凸轮轴主要化学成分

热处理类型	主要化学成分（质量分数）/%					
	C	Si	Mn	P	S	合金元素
冷激	3~3.6	1.8~2.4	0.5~1	≤0.15	≤0.12	适量 ^a
可淬硬	3.1~3.6	1.95~2.45	0.6~0.9	≤0.15	≤0.12	适量 ^a
^a 按产品图样或技术文件的规定。						

表 2 合金铸铁凸轮轴力学性能

热处理类型	单铸试棒尺寸 mm	抗拉强度 MPa
冷激	φ30	≥200
可淬硬	φ30	≥250

5.1.2 组合式凸轮轴的材质符合下列要求。

a) 组合式凸轮轴钢管符合下列规定：

- 1) 材料宜采用符合 GB/T 1591 中 Q355D 钢制造；
- 2) 抗拉强度应不低于 650MPa，硬度应不低于 200 HV10，其他机械性能应不低于 GB/T 31315 中 Q345 的规定；
- 3) 铁素体晶粒度应不小于 GB/T 6394 中规定的 6 级；
- 4) 夹杂物按 GB/T 10561 判定，级别应不大于 2 级；
- 5) 全脱碳层深度应不大于 0.02 mm，局部脱碳层深度应不大于 0.1 mm。

b) 组合式凸轮轴端件宜采用符合 GB/T 8731 中 Y40Mn 钢制造。

c) 组合式凸轮轴凸轮宜采用符合 ISO 683-17 中 100Cr6 或 GB/T 18254 中 GCr15 钢制造，按 GB/T 10561 判定，夹杂物级别不大于表 3 的规定。

表 3 夹杂物级别

项目	A(硫化物类)	B(氧化铝类)	C(硅酸盐类)	D(球状氧化物类)
细系	2.5	2	1	2.5
粗系	1.5	1	0.5	1.5

5.1.3 组合式凸轮轴其他子零件的材质应满足下列规定：

a) 信号轮宜符合 GB/T 19076 的规定；

- b) 碗型塞宜采用 GB/T 700 中规定的 Q235 钢制造；
- c) 钢球宜采用 GB/T 18254 中规定的 GCr15 钢制造；
- d) 真空泵驱动部件宜采用 GB/T 699 规定的 45 钢制造。

5.2 扭矩及轴向载荷

5.2.1 凸轮轴子零件相对于整体式凸轮轴本体或组合式凸轮轴钢管的扭矩及轴向载荷应满足产品图样和技术文件的规定。

5.2.2 整体式凸轮轴真空泵驱动部件相对于凸轮轴本体的最小静态扭矩和最小动态扭矩、信号轮相对于凸轮轴本体的最小静态扭矩和/或最小轴向载荷应符合表 A.1 的规定，试验后应无失效。

5.2.3 组合式凸轮轴子零件相对于组合式凸轮轴钢管的扭矩和轴向载荷应符合附录 A 的规定，试验后应无失效。

5.3 热处理和硬度

5.3.1 整体式凸轮轴

5.3.1.1 合金铸铁凸轮轴

5.3.1.1.1 冷激凸轮轴非冷激区硬度为 180 HBW~285 HBW，并符合下列要求：

- a) 只作凸轮型线表面冷激的凸轮（即半冷激），凸轮升程段冷激层深度应不小于 2 mm，表面硬度不应低于 45 HRC；凸轮基圆段表面硬度不应低于 25 HRC；
- b) 周边 360°。均作表面冷激的凸轮（即全冷激），凸轮工作段冷激层深度应不小于 3 mm，表面硬度不应低于 45 HRC；凸轮缓冲段冷激层表面硬度不应低于 40 HRC；凸轮基圆段表面硬度不应低于 35 HRC。

5.3.1.1.2 可淬硬凸轮轴基体硬度为 220 HBW~321 HBW，凸轮、偏心轮、齿轮表面经感应淬火（或火焰淬火），凸轮、偏心轮硬化层深度 1.5 mm~5mm。凸轮工作段硬化层深度应大于 5mm，表面硬度不应低于 48 HRC。齿轮齿廓可淬透，齿轮硬化层深度应不小于 0.5 mm，表面硬度不应低于 43 HRC。

5.3.1.2 球墨铸铁凸轮轴

5.3.1.2.1 等温淬火球墨铸铁凸轮轴经淬火处理后，表面硬度不应低于 43 HRC。

5.3.1.2.2 凸轮、偏心轮、齿轮表面须再经感应淬火（或火焰淬火）的球墨铸铁凸轮轴，其处理正火硬度为 220 HBW~290 HBW。淬火后凸轮、偏心轮硬化层深度 1.5 mm~5mm，凸轮升程段硬化层深度应大于 5mm，表面硬度不应低于 43HRC。齿轮齿廓可淬透，齿轮硬化层深度应不小于 0.5mm，表面硬度不应低于 43 HRC。

5.3.1.3 钢制凸轮轴

5.3.1.3.1 凸轮轴的坯件宜采用棒料、楔横轧制或模锻。

5.3.1.3.2 优质碳钢制凸轮轴符合下列要求：

- a) 坯件应正火或调制处理，正火硬度 170 HBW~240 HBW，调质硬度 190 HBW~260HBW；
- b) 凸轮轴的各工作轴颈、凸轮、偏心轮、齿轮表面应经感应淬火（或火焰淬火）。其中工作轴颈、凸轮、偏心轮有效硬化层深度 1.5 mm~5 mm，凸轮升程段有效硬化层深度应大于 5 mm，表面硬度 55 HRC~63 HRC；
- c) 齿轮齿廓可淬透，齿根有效硬化层深度应不小于 0.5 mm，表面硬度不应低于 43 HRC~58HRC；
- d) 凸轮基圆距两端面 2 mm、偏心轮周边距两端面 1 mm 以及工作轴颈周边距两端面 3 mm 范围内的表面硬度可降至 50 HRC。

5.3.1.3.3 低碳合金钢制凸轮轴，其坯件应经正火处理，正火硬度 170 HBW~240HBW。凸轮轴的各工作轴颈，凸轮、偏心轮、齿轮等部位应进行表面渗碳或碳氮共渗淬火处理，有效硬化层深度 0.7mm~1.6 mm，表面硬度 58 HRC~63 HRC。

5.3.2 组合式凸轮轴

5.3.2.1 组合式凸轮轴凸轮采用 100Cr6、GCr15 等高碳轴承钢材料时，应进行球化退火处理，球化退火处理后硬度为 179 HBW~207 HBW 或 88 HRB~94 HRB。

5.3.2.2 气门凸轮、制动凸轮经淬火及回火处理后，有效硬化层深度应不小于 0.4 mm，硬化层硬度应不低于 55 HRC。

5.3.2.3 油泵凸轮经淬火及回火处理后，有效硬化层深度应不小于 0.75mm，硬化层硬度应不低于 55 HRC。

5.3.2.4 工作轴颈宜根据需要进行淬硬处理，经淬硬后，有效硬化层深度应不小于 0.5mm，有效硬化层硬度应不低于 40 HRC。

5.4 金相组织

5.4.1 整体式凸轮轴

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/917122142066010002>