

团 体 标 准

T/CSAE XXXX—2020

乘用车装配式凸轮轴

Passenger vehicle assembled camshaft

(报批稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020 - XX-XX 发布

2020 - XX-XX 实施

中国汽车工程学会 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	3
4.1 总则	3
4.2 材料	3
4.3 性能要求	3
4.4 产品可靠性	5
4.5 产品清洁度	5
4.6 其他	5
5 试验方法	5
5.1 表面硬度	5
5.2 硬化层深	5
5.3 金相显微组织	6
5.4 剩磁量	6
5.5 性能试验	6
5.6 可靠性试验	7
5.7 产品清洁度	7
5.8 其他	7
6 检验规则	7
6.1 过程及出厂检验	7
6.2 型式检验	7
7 标识、包装、运输、贮存	9
7.1 标识	9
7.2 包装	9
7.3 运输	9
7.4 贮存	9
7.5 其他	9

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国汽车工程学会提出并归口。

本标准主要起草单位：宁波圣龙汽车动力系统股份有限公司、湖州圣龙汽车动力系统股份有限公司、江铃汽车股份有限公司。

本标准主要起草人：张宏飞、陈永龙、江学文、崔锐、谷音。

乘用车装配式凸轮轴

1 范围

本标准规定了乘用车装配式凸轮轴的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输、贮存。

本标准适用于乘用车装配式凸轮轴的生产、制造、检验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 230.1 金属洛氏硬度试验

GB/T 699 优质碳素结构钢

GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序第一部分

GB/T 3821 中小功率内燃机 清洁度限值和测定方法

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验

GB/T 5617 钢的感应淬火或火焰淬火后有效硬化层深的测定

GB/T 6403.3-2008 滚花

GB/T 15712-2016 非调质机械结构钢

GB/T 30512 汽车禁用物质要求

JB/T 6728.1-2018 内燃机凸轮轴 第1部分：技术条件

JB/T 6729-2007 内燃机 曲轴、凸轮轴磁粉探伤

DIN EN ISO 683-17:2000-04 滚球和滚柱轴承钢

DIN 30910-4 粉末冶金材料规范

EN 10083-2:2006-1 淬火与回火钢

EN 10083-3:2007-01 淬火与回火钢

EN 10305 精密钢管标准

EN 10277-3 高速切削钢

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式凸轮轴 Assembled camshaft

由空心轴联结装配凸轮片、端件、信号轮、高压油泵凸轮等功能件而组成的内燃机凸轮轴。

3.2

空心轴 Tube

装配式凸轮轴各功能件装配联结的载体，并承载凸轮轴总成在内燃机中回转运行。

3.3

凸轮片 Cam lobe

片状桃形凸轮部件，与空心轴联结驱动气门往复运动。

3.4

前端件 Front endpiece

在凸轮轴前端与空心轴联结，将动力传递到凸轮轴总成上的部件。

3.5

后端件 Rear endpiece

在凸轮轴后端与空心轴联结，输出动力驱动其他功能件的部件，功能件一般有真空泵、高压油泵等。

3.6

信号轮 Trigger wheel

与空心轴单独联结，提供凸轮轴正时位置信号的部件。

3.7

高压油泵凸轮 High pressure pump cam

与空心轴单独联结，驱动高压油泵的部件。

4 技术要求

4.1 总则

乘用车装配式凸轮轴技术要求应满足总成图样或有关技术文件的规定。

4.2 材料

4.2.1 空心轴材质

其性能指标应符合抗拉强度不小于 640Mpa, 屈服强度不小于 512Mpa, 断后伸长率不小于 4% 的规定。建议采用 EN 10305-1、EN 10305-2 规定的 E355 材料或满足要求的其他材料。

4.2.2 凸轮片材质

其热处理性能满足 4.3.2 的要求, 建议采用 DIN EN ISO 683-17:2000-04 规定的 100Cr6 材料或满足要求的其他材料。

4.2.3 前端件材质

其性能指标应符合抗拉强度不小于 810Mpa, 屈服强度不小于 490Mpa, 断后伸长率不小于 12% 的规定, 建议采用 GB/T 15712-2016 规定的 F45MnVS、EN 10277-3 规定的 44SMn28 材料或满足要求的其他材料。

4.2.4 后端件材质

其性能指标应符合抗拉强度不小于 600Mpa, 屈服强度不小于 355Mpa, 断后伸长率不小于 16% 的规定, 其热处理性能满足 4.3.2 的要求, 建议采用 EN 10083-2:2006-1 规定的 C45R、EN 10083-3:2007-01 规定的 42CrMoS4、GB/T 699 规定的 45 钢材料或满足要求的其他材料。

4.2.5 信号轮材质

其性能指标应符合抗拉强度不小于 250Mpa, 屈服强度不小于 180Mpa, 断后伸长率不小于 3%, 硬度不小于 50HB 的规定, 建议采用 DIN-30910-4 规定的 D10、D11、D32 材料或满足要求的其他材料。

4.2.6 高压油泵凸轮材质

其热处理性能满足 4.3.2 的要求, 建议采用 DIN EN ISO 683-17:2000-04 规定的 100Cr6 材料或满足要求的其他材料。

4.2.7 零部件禁用物质

应符合 GB/T 30512 规定。

4.3 性能要求

4.3.1 工作环境

工作温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim 155^{\circ}\text{C}$

4.3.2 热处理要求

4.3.2.1 凸轮片

- a) 表面硬度: 50HRC~65HRC;
- b) 硬化层深: 不小于 0.4mm, 且不大于凸轮片径向最小厚度的 70%;
- c) 金相显微组织: 马氏体 2~5 级。

4.3.2.2 后端件

- a) 表面硬度: 不小于 500HV1;

- b) 硬化层深：0.5~2mm

4.3.2.3 高压油泵凸轮

- a) 表面硬度：50HRC~65HRC；
- b) 硬化层深：不小于0.4mm，且不大于凸轮片径向最小厚度的70%；
- c) 金相显微组织：马氏体2~5级。

4.3.3 外观要求

- a) 工作面：裂纹深度小于0.05mm，裂纹长度小于3mm，裂纹宽度小于0.1mm；
- b) 非工作面：裂纹深度小于0.15mm，裂纹长度小于10mm，裂纹宽度小于0.3mm。

4.3.4 剩磁量

- a) 总成剩磁量不大于 2GS；
- b) 满足客户要求。

4.3.5 防锈处理

凸轮轴产品总成进行防锈处理，在规定包装及正常存储条件下，有效期不少于90天。

4.3.6 结构连接强度要求

4.3.6.1 凸轮片与空心轴：

- a) 轴向拉拔不小于5000N；
- b) 静态扭矩不小于80N·m；
- c) 动态疲劳试验：动态力矩 ± 50 N·m、交变频率60Hz、循环次数不小于 8.5×10^6 ，动态疲劳试验后连接部位仍然满足轴向拉拔和静态扭矩要求。

4.3.6.2 前端件与空心轴：

- a) 轴向拉拔力不小于8000N；
- b) 静态扭矩不小于150N·m；
- c) 动态疲劳试验：动态力矩 ± 100 N·m、交变频率60Hz、循环次数不小于 8.5×10^6 ，动态疲劳试验后连接部位仍需满足轴向拉拔力和静态扭矩要求。

4.3.6.3 后端件与空心轴：

- a) 轴向拉拔不小于1500N；
- b) 静态扭矩不小于50N·m；
- c) 动态疲劳试验：动态力矩 ± 50 N·m、交变频率60Hz、循环次数不小于 8.5×10^6 ，动态疲劳试验后连接部位仍然满足轴向拉拔和静态扭矩要求。

4.3.6.4 信号轮与空心轴：

- a) 轴向拉拔不小于1500N；
- b) 静态扭矩不小于20N·m。

4.3.6.5 高压油泵凸轮与空心轴：

- a) 轴向拉拔不小于5500N；
- b) 静态扭矩不小于100N·m；

c) 动态疲劳试验：动态力矩 $\pm 80 \text{ N}\cdot\text{m}$ 、交变频率60Hz、循环次数不小于 8.5×10^6 ，动态疲劳试验后连接部位仍然满足轴向拉拔和静态扭矩要求。

4.4 产品可靠性

耐久性能

a) 装配式凸轮轴在内燃机极限转速、极限负载、极限冲击条件下经过不少于100小时的试验过程无明显异响产生，耐久试验后无明显异常磨损，仍需满足4.3.6的结构连接强度要求；

b) 轴颈支撑部位磨损量不大于0.005mm；

c) 凸轮工作面磨损量不大于0.004mm。

4.5 产品清洁度

安装在发动机内部的装配式凸轮轴，总成杂质质量应不大于6mg，最大颗粒长度应不大于1000 μm 。

4.6 其它

其它项目按JB/T 6728.1-2018的规定。

5 试验方法

5.1 表面硬度

5.1.1 取样部位

a) 凸轮片的桃尖，过渡区，基圆部分

b) 后端件：与其他功能件连接配合以传递扭矩的工作接触面

5.1.2 检验方法

洛氏硬度试验按GB/T 230.1

维氏硬度试验按GB/T 4340.1

5.2 硬化层深

5.2.1 取样部位

a) 凸轮片的桃尖，过渡区，基圆部分

b) 后端件：与其他功能件连接配合以传递扭矩的工作接触面

5.2.2 检验方法

按GB/T 5617的规定

5.3 金相显微组织

5.3.1 取样部位

凸轮片的桃尖，过渡区，基圆部分

5.3.2 检验方法

按 GB/T 34891-2017 的规定

5.4 剩磁量

除被测工件外，周围磁场强度应小于 0.2GS，测量仪指针沿着东西方向放置，工件测量部位接近测量仪表面 10mm 以内，读取测量仪上最大读数。

5.5 性能试验

5.5.1 轴向拉拔力

a) 试验设备：液压拉拔力测试仪；

b) 测量方法：设备液压夹紧空心轴，调整工装限位固定功能件，设备按 2~10mm/min 速度运行，逐渐加载拉拔力，直至功能件相对空心轴发生位移，拉拔力先增大，后出现拐点减小。记录试验中最大加载的拉拔力，拉拔力要满足要求。

5.5.2 静态扭矩

a) 试验设备：液压扭矩测量仪；

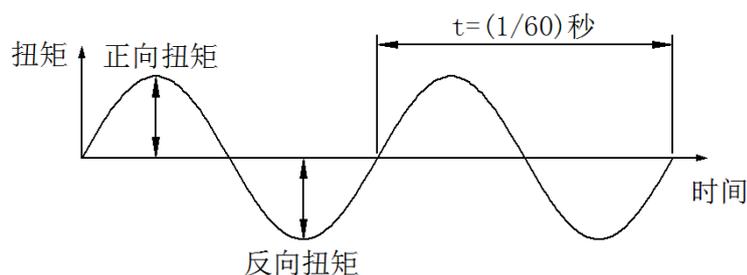
b) 测量方法：设备液压夹紧空心轴，通过仿形工装限位功能件周向，设备按 2~10°/min 速度运行，逐渐加载扭矩，直至功能件相对空心轴发生位移，扭矩先增大，后出现拐点减小。记录试验中最大加载的扭矩，扭矩要满足要求。

5.5.3 动态疲劳试验

a) 试验设备：动态扭矩测试台；

b) 测量方法：通过设备锥形工装夹紧固定空心轴和功能件，按 4.3.6 要求的动态扭矩、交变频率加载到功能件上，运行规定的循环次数，试验后功能件相对空心轴不能发生位移、破损，按 5.5.2 方法测量其最大扭矩，扭矩要满足要求。

加载动态扭矩（曲线如图所示）



5.6 可靠性试验

耐久试验

装配式凸轮轴在内燃机极限转速、极限负载、极限冲击条件下经过不少于 100 小时的试验过程无明显异响产生，耐久试验后无明显异常磨损，仍需满足 4.3.6 结构连接强度要求，试验方法按 5.5 规定进行。

5.7 产品清洁度

清洁度的测量按 GB/T 3821 的规定执行。

5.8 其它

其它项目按 JB/T 6728.1 规定检测。

6 检验规则

6.1 过程及出厂检验

- a) 装配式凸轮轴经过程及出厂检验合格附合格证方可出厂，出厂检验项目见表 1；
- b) 抽检频次：轴向拉拔力，每周 1 件；静态扭矩，每周 1 件；动态疲劳试验，每 3 月 1 件。

6.2 型式试验

6.2.1 型式试验项目按表 1。

6.2.2 有以下情况时，应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如产品结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产一年后，恢复生产时，重新进行生产件批准程序（PPAP）审核并进行型式试验；
- d) 正常生产时，定期（一年）或积累一定产量（10 万）后，应周期性进行型式试验；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

6.2.3 型式试验装配式凸轮轴应从出厂检验合格的产品中抽检 3 件，抽检方法按 GB/T2828.1-2012 的规定执行。

6.2.4 判定规则如下：

- a) 所有检测项目全部合格，则判定该批产品为合格；
- b) 所有检测项目中有一项不符合要求，则加倍抽样进行检验，仍有项目不合格时，判定该批产品为不合格，否则判定为合格。

表1 检测项目

序号	检测项目	检验类别		技术要求条款	试验方法条款
		过程及出厂检验	型式试验		
1	凸轮片表面硬度	√	√	4.3.2.1	5.1
2	凸轮片硬化层深	√	√	4.3.2.1	5.2
3	凸轮片金相显微组织	√	√	4.3.2.1	5.3
4	后端件表面硬度	√	√	4.3.2.2	5.1
5	后端件硬化层深	√	√	4.3.2.2	5.2
6	外观要求	√	√	4.3.3	5.8
7	剩磁量	√	√	4.3.4	5.4

8	轴向拉拔力	-	√	4.3.6	5.5.1
9	静态扭矩	-	√	4.3.6	5.5.2
10	动态疲劳试验	-	√	4.3.6	5.5.3
11	产品清洁度	√	√	4.5	5.7
12	凸轮轮廓度	√	√	4.6	5.8
13	凸轮直线度	√	√	4.6	5.8
14	凸轮粗糙度	√	√	4.6	5.8
15	凸轮平行度	√	√	4.6	5.8
16	凸轮角度	√	√	4.6	5.8
17	信号轮角度	√	√	4.6	5.8
18	轴颈圆度	√	√	4.6	5.8
19	轴颈跳动	√	√	4.6	5.8
20	轴颈直径	√	√	4.6	5.8
21	轴颈粗糙度	√	√	4.6	5.8

注：“√”表示进行该项目检查，“-”表示不进行该项目检查。

7 标识、包装、运输、贮存

7.1 标识

每台装配式凸轮轴总成在装配线测试合格后打印二维码，二维码内容包含明码和暗码，明码包括产品图号和生产追溯信息。暗码数据对应制造工厂装配线中该产品在主要工位的关键装配数据，相关打码位置由双方确定。

7.2 包装

定点配套产品的包装与客户协商确定，宜使用密封及防锈功能的可回收包装箱，在外包装箱标识生产追溯信息。

7.3 运输

要保证凸轮轴总成在运输过程中防雨、防潮、不致碰伤。

7.4 贮存

装配式凸轮轴总成及其子零件存储都要求使用客户指定的防锈剂，包装前做防锈处理，90天内不锈蚀。

7.5 其他

标识、包装、运输和贮存由供需双方商定。