ICS 77.140.85
CCS J 32

团　体　标　准

T/CCMI 20—2022

乘用车发动机曲轴锻造毛坯件　技术条件

Technical conditions for engine crank shaft forging blank of passenger vehicle

2022－08－03 发布　　2022－10－03 实施

中 国 锻 压 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
5 试验方法 5
6 检验规则 6
7 标志、包装、运输和贮存 7
附录A（规范性） 乘用车发动机曲轴锻件各部位名称图解 7

图A.1 乘用车发动机曲轴锻件各部位名称 7

表1 非金属夹杂物级别 3
表2 酸浸低倍组织级别 3
表3 锻件热处理后力学性能和硬度推荐参数 4
表4 原材料入厂检验项目、取样数量、取样部位和试验方法 5
表5 锻件检验项目、取样数量及试验方法 5

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。

本文件由重庆大江杰信锻造有限公司提出。

本文件由中国锻压协会归口。

本文件起草单位：重庆大江杰信锻造有限公司、桂林福达股份有限公司、辽宁五一八内燃机配件有限公司、建龙北满特殊钢有限责任公司、西宁特殊钢股份有限公司、石家庄钢铁有限责任公司、一汽锻造（吉林）有限公司、重庆庆铃锻造有限公司、四川内江金鸿曲轴有限公司、浙江龙虎锻造有限公司。

本文件主要起草人：董旭刚、潘成海、黄斌、焉永才、陈列、王海龙、郝彦英、蔡宏伟、李丹、邓昭东、罗立辉、彭添、孙国峰、刘广磊、张振明、岳镇、陈瑞龙、陈建中。

本文件为首次发布。

乘用车发动机曲轴锻造毛坯件　技术条件

1　范围

本文件规定了乘用车发动机曲轴锻造毛坯件(以下简称“锻件”)的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于重量不大于40kg的钢质锻件。

本文件适用于在热模锻压力机、电动螺旋压力机等锻压设备上生产的乘用车发动机曲轴锻件，采用摩擦压力机、模锻锤等设备生产的亦可参照使用。

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 222　钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223（所有部分）　钢铁及合金化学分析方法

GB/T 224　钢的脱碳层深度测定法

GB/T 225　钢 淬透性的末端淬火试验方法（Jominy试验）

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 229　金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 231.1　金属材料 布氏硬度试验 第一部分：试验方法

GB/T 702　热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 1979　结构钢低倍组织缺陷评级图

GB/T 2975　钢及钢产品力学性能试验取样位置及试样制备

GB/T 3077-2015　合金结构钢

GB/T 4162-2008　锻轧钢棒超声检测方法

GB/T 4336　碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 5216-2014　保证淬透性结构钢

GB/T 6394-2017　金属平均晶粒度测定方法

GB/T 8541　锻压术语

GB/T 10561-2005　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 12361-2016　钢质模锻件 通用技术条件

GB/T 12362-2016　钢质模锻件 公差及机械加工余量

GB/T 13298　金属显微组织检验方法

GB/T 13299-1991　钢的显微组织评定方法

GB/T 13320-2007　钢质模锻件 金相组织评级图及评定方法

GB/T 15712-2016　非调质机械结构钢

GB/T 19055　汽车发动机可靠性试验方法

GB/T 20066　钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

GB/T 30512 汽车禁用物质要求
JB/T 6729 内燃机 曲轴、凸轮轴磁粉检测
JB/T 12662 内燃机 曲轴 扭转疲劳试验方法
QC/T 637 汽车发动机曲轴弯曲疲劳试验方法

3 术语和定义

GB/T 8541 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1
熔炼炉号 steel-smelting furnace number
某熔炼炉在一年内所炼的某一炉钢水的编号。

3.2
热处理炉次 heat treatment furnace number
在同一热处理炉内用同一工艺规范一次或连续处理的同一种锻件为一热处理炉次。
[来源：GB/T12361-2016，3.2]

3.3
生产批 manufacture batch
按同一工艺规范，在锻造过程中连续生产出的全部锻件为一生产批。
[来源：GB/T12361-2016，3.3]

3.4
乘用车 passenger vehicle
在其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李或临时物品的汽车，包括驾驶员座位在内最多不超过9个座位。其也可以牵引一辆挂车。

4 技术要求

4.1 总则

4.1.1 锻件应按需方要求的产品图样和技术文件制造，曲轴锻件各部位名称图解见附录 A。
4.1.2 锻件用原材料（以下简称“原材料”）加热时宜采用中频感应加热方式，加热时应不准许过烧。原材料加热温度低于工艺温度上限的甩料件可重复加热三次，加热三次后仍甩料，直接报废；原材料加热温度高于工艺温度上限的直接报废。
4.1.3 锻件热处理一般包括：正火、调质、控制冷却。调质钢锻件重复淬火次数不超过二次，回火次数不限。非调质钢锻件应采用控制冷却处理，客户指定正火处理除外。

4.2 原材料

4.2.1 原材料化学成分应符合 GB/T 3077-2015、GB/T 5216-2014、GB/T 15712-2016 的规定或由供需双方协商确定。
4.2.2 原材料化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定，或由供需双方协商确定。
4.2.3 原材料冶炼方法采用电炉冶炼或转炉冶炼并经炉外精炼，以热轧状态或退火状态交货，轧制压缩比不小于 6。
4.2.4 原材料外形、尺寸、重量及允许偏差，应符合 GB/T 702 的规定，或由供需双方协商确定。

4.2.5　原材料非金属夹杂物含量按 GB/T 10561-2005 中 5.2.1 规定的 A 法进行检验，非金属夹杂物评级应符合表 1 规定。如需方有不同级别要求或有硫（S）含量要求的，其合格级别由供需双方协商确定。

表1　非金属夹杂物级别

单位为级

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	/

4.2.6　原材料酸浸低倍组织级别按 GB/T 1979 的规定评定，应符合表 2 的规定。钢材的横截面酸浸低倍组织试片上或淬火断口试片上不应有目视可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、翻皮、白点及晶界裂纹。

表2　酸浸低倍组织级别

单位为级

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	

4.2.7　原材料晶粒度按 GB/T 6394-2017 的规定检验奥氏体晶粒度，级别不应粗于 5 级，晶粒度不均匀级差不应大于 3 级。

4.2.8　原材料脱碳层按 GB/T 224 的规定检验，其单边总脱碳层深度（铁素体+过渡区）推荐不宜大于钢材直径的 0.8%，或由供需双方协商确定。

4.2.9　原材料硬度按 GB/T 231.1 的规定检验，在钢材 R/2 位置测定，硬度不应大于 280 HBW，或由供需双方协商确定。

4.2.10　原材料带状组织按 GB/T 13299-1991 中 5.3 和附图 3 的规定评定，带状组织不应大于 2.0 级。

4.2.11　原材料淬透性按 GB/T 225 的规定进行测定，应符合 GB/T5216-2014 规定，或由供需双方协商确定。

4.2.12　原材料逐支进行超声波探伤检测，应符合 GB/T 4162-2008 中 8.2 的表 4 质量等级中 A 等级（∅2.0mm 平底孔）规定，或由供需双方协商确定。

4.2.13　原材料禁用物质要求符合 GB/T 30512 规定。

4.2.14　确保原材料质量稳定性，应固化钢厂及钢材生产工艺流程。如需方有特殊要求，由供需双方协商确定。

4.2.15　未尽事宜按 GB/T 3077-2015、GB/T 5216-2014 和 GB/T 15712-2016 规定执行，或由供需双方协商确定。

4.3　锻件

4.3.1　锻件形状、尺寸及精度

4.3.1.1　锻件的形状、尺寸按产品图样执行，锻件主轴径厚度尺寸推荐作为控制锻件厚度尺寸的重要特性；锻件尺寸公差宜按 GB/T 12362-2016 的 3.2 中表 2 精密级选取，或由供需双方协商确定。

4.3.1.2　锻件拔模斜度1°～3°，推荐1.5°，或由供需双方协商确定。

4.3.1.3　锻件重量不大于25kg时，锻件错差不应大于0.8mm；锻件重量大于25kg时，锻件错差不应大于1.2mm；或由供需双方协商确定。

4.3.1.4　锻件直线度不应大于0.75mm/500mm，或由供需双方协商确定。

4.3.2 锻件表面质量

4.3.2.1 锻件基准面上不应有毛刺等影响定位精度的缺陷。锻件其他部位毛刺、飞边的残余高度：锻件重量不大于 25kg 时，非加工面不应大于 0.8mm，加工面不应大于 1.2mm；锻件重量大于 25kg 时，非加工面不应大于 1.2mm，加工面不应大于 1.5mm；或由供需双方协商确定。

4.3.2.2 锻件表面不应有折叠、裂纹、分层等影响强度的缺陷，不应用压整和补焊的方法消除此类缺陷。

4.3.2.3 锻件非加工表面上的凹坑、麻点、碰伤等缺陷深度不应大于厚度公差的1/3。

4.3.2.4 锻件表面上的折叠、裂纹等缺陷应打磨清除，打磨部位应圆滑过渡，打磨宽度不应小于打磨深度的6倍，打磨长度应在两端超出缺陷长度3mm以上，非加工面打磨深度不得大于厚度公差的1/3，加工面上打磨深度不应大于毛坯实际加工余量的1/2，打磨后应进行探伤和抛丸处理。不应采用压整和焊补的方法消除锻件缺陷。

4.3.2.5 锻件表面总脱碳层深度不应大于0.5mm，或由供需双方协商确定。

4.3.2.6 锻件应采用直径≤1.2mm的钢丝切断丸或铸钢丸进行抛丸处理，抛丸覆盖率100%。

4.3.2.7 锻件抛丸后应100%磁粉探伤，探伤后应进行退磁处理，剩磁量不应大于5Gs。

4.3.3 锻造流线

锻造流线应与锻件外轮廓相符，呈纤维状分布，不应出现流线不顺、涡流和穿流的情况。锻造流线试样应沿每个曲拐的主轴颈和连杆颈中心连线方向制取。

4.3.4 金相组织

4.3.4.1 正火处理的锻件，晶粒度不应粗于 GB/T 6394-2017 中规定的 5 级，同支产品的晶粒度不均匀级差不应大于 3 级，金相组织为珠光体+铁素体。

4.3.4.2 调质处理的锻件，晶粒度不应粗于 GB/T 6394-2017 中规定的 5 级，同支产品的晶粒度不均匀级差不应大于 3 级，金相组织应符合 GB/T 13320-2007 中 6.3 规定的 1 级～4 级。

4.3.4.3 非调质钢锻件经控制冷却处理后，晶粒度不应粗于GB/T 6394-2017中规定的3级，金相组织为珠光体+铁素体，允许有少量贝氏体。

4.3.5 力学性能和硬度

常用锻件热处理后力学性能和硬度推荐参数见表 3。

表3 锻件热处理后力学性能和硬度推荐参数

牌号	热处理	抗拉强度 R_m MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$ MPa	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
42CrMo	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

表3　锻件热处理后力学性能和硬度推荐参数（续）

牌号	热处理	抗拉强度 R_m MPa	屈服强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后伸长率 A%	断面收缩率 Z%	冲击功 ku2 J	硬度 HBW
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。							

5　试验方法

5.1　原材料试验方法

原材料检验与试验方法应符合GB/T 3077-2015中的表8、GB/T 5216-2014中的表7、GB/T 15712-2016中的表8规定。常用原材料入厂检验项目与试验方法见表4，或由供需双方协商确定。

表4　原材料入厂检验项目、取样数量、取样部位和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样部位	试验方法
1	化学成分	1件/炉号	GB/T20066	GB/T 223系列
		逐根	钢棒上任一部位	GB/T 4336
2	拉伸	2件/批	不同根钢棒、GB/T 2975	GB/T 228.1
3	冲击	2件/批	不同根钢棒、GB/T 2975	GB/T 229
4	硬度	3件/批	不同根钢棒	GB/T 231.1
5	低倍组织（酸浸）	2件/批	不同根钢棒	GB/T 226、GB/T 1979
6	脱碳层	2件/批	不同根钢棒	GB/T 224（金相法）
7	非金属夹杂物	2件/批	不同根钢棒	GB/T 10561-2005中A法
8	晶粒度	1件/批	任一根钢棒	GB/T 6394-2017
9	带状组织	2件/批	不同根钢棒	GB/T 13298、GB/T 13299-1991
10	表面质量	逐根	整根钢棒上	目视
11	尺寸、外形	逐根	整根钢棒上	适宜精度的卡尺、千分尺

[来源：GB/T 3077-2015，7，表8]

5.2　锻件试验方法

5.2.1　锻件试验用试样，应在锻件本体上或同一熔炼炉号、同一热处理炉次的样棒上切取，两者有矛盾时，以本体试样为准。锻件试验用试样的取样部位由供需双方协商确定。

5.2.2　常用锻件检验项目与试验方法见表5，以供需双方会签图样、技术协议为准。

表5　锻件检验项目、取样数量及试验方法

序号	检验项目	取样数量	试验方法
1	化学成分	1件/热处理炉次	GB/T 223系列
2	表面质量	100%	目视
3	几何尺寸	≥5件/生产批	适宜精度的量具、样板
4	显微组织	1件/热处理炉次	GB/T 13298、GB/T 13299-1991
5	晶粒度	1件/热处理炉次	GB/T 6394-2017

表5　锻件检验项目、取样数量及试验方法（续）

序号	检验项目	取样数量	试验方法
6	脱碳层	1 件/热处理炉次	GB/T 224（金相法）
7	硬度	≥5 件/生产批	GB/T 231.1
8	拉伸强度	1 件/热处理炉次	GB/T 228.1
9	屈服强度	1 件/热处理炉次	GB/T 228.1
10	冲击功	1 件/热处理炉次	GB/T 229
11	断面收缩率	1 件/热处理炉次	GB/T 228.1
12	断后伸长率	1 件/热处理炉次	GB/T 228.1
13	探伤及退磁	100%	JB/T 6729

5.3　型式试验

5.3.1　型式试验应包括弯曲疲劳试验、扭转疲劳试验和可靠性试验。或由供需双方协商确定。

5.3.2　弯曲疲劳试验应符合 QC/T 637 的规定；扭转疲劳试验应符合 JB/T 12662 的规定；可靠性试验应符合 GB/T 19055 的规定；或供需双方协商确定。

5.3.3　出现下列情况之一时，应进行型式试验，具体实施由供需双方协商确定。

a)　新产品首次交样时；

b)　更换设备或转厂生产时；

c)　结构、工艺、材料发生重大变化时；

d)　出现重大质量问题改进后或需方提出要求时。

6　检验规则

6.1　检查和验收

6.1.1　锻件检验应以供需双方确认的图样、技术协议作为检验、交付的主要依据。未提出具体要求时，推荐按本文件执行。

6.1.2　锻件应经供方的质量检验部门检验合格后方可出厂。

6.1.3　必要时需方有权对本文件规定的任一项目进行检查和验收。

6.2　组批原则

锻件应按批检验和验收，每批锻件由同一零件号、同一熔炼炉号、同一热处理炉次和同一生产批的锻件组成；

6.3　型式试验检验规则

6.3.1　型式试验检验为抽样检验，由供需双方协商确定。

6.3.2　型式试验检验应在国家认可的第三方试验机构进行，或由供需双方协商确定的试验机构进行。

6.4　判定规则

当某一试验的第一次结果不合格时，按下述原则处理：

a)　若低倍试样上发现白点，应将该熔炼炉号全部锻件报废；

b)　若发现低倍组织呈粗晶状态时，允许重新进行热处理后重新组批提交验收；

c)　发现其它冶金缺陷，由供需双方协商处理；

d) 力学性能不合格时，允许取两倍数量的试样进行重复试验，重复试验有一个试样不合格，则该批锻件不合格；因热处理不当造成力学性能不合格，允许重复热处理，重复热处理次数不多于两次，但回火次数不限。

[来源：GB/T12361-2016，7.4]

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 供方应在锻件指定部位锻出或压出标志，标志位置、尺寸、方法和内容按产品图样要求执行。标志内容可包括：产品型（图）号、厂标、熔炼炉号、生产批号等。

7.1.2 每批锻件均应附有质量检验部门签发的质量合格证书（卡）。证书内容可包含：供方名称或代码、产品型（图）号、材料牌号、本批数量、熔炼炉号、供货状态、签发日期等。

7.1.3 包装箱外表面应注明：

a) 供方名称、商标及地址；
b) 零件型号、名称；
c) 装箱日期、总质量和数量；
d) “小心轻放”“防潮”等字样或标识。

7.2 包装

7.2.1 锻件包装前应清洗和油封或其它防锈处理，制造厂应保证锻件自出厂之日起3个月内不锈蚀。

7.2.2 锻件常用包装方式有鼠笼式可折叠包装箱、木箱、吸塑包装箱等，具体由供需双方协商确定。

7.3 运输

锻件在运输过程中，要防雨、防潮、防磕碰。

7.4 贮存

锻件应按品种型号以包装态码放贮存在干燥、通风的仓库内。应确保码放整齐，便于货物清点和装卸，且应无安全隐患。

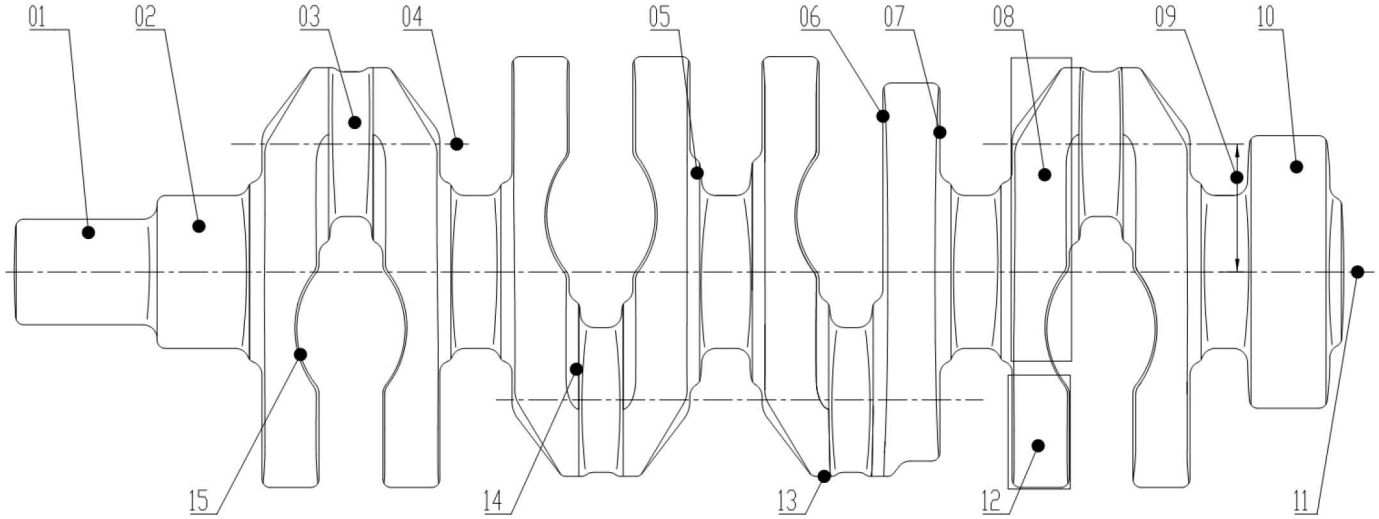
7.5 其他

标志、包装、运输、贮存也可由供需双方协商确定。

CCMI STANDARDS PRESS OF CCMI

附 录 A
（规范性）
乘用车发动机曲轴锻件各部位名称图解

图A.1列出了乘用车发动机曲轴锻件各部位名称。



标引序号说明：

01—前端轴（小头） 02—主轴颈 03—连杆颈 04—连杆中心线 05—主轴止推圆 06—平衡块内侧 07—平衡块外侧 08—曲柄(曲柄臂)
09—回转半径 10—后端凸缘（法兰） 11—主轴中心线 12—平衡块 13—连杆颈轴肩 14—连杆止推圆 15—减重槽

图 A.1 乘用车发动机曲轴锻件各部位名称