

团 体 标 准

T/CCMI 13.2—2022

发动机胀断连杆毛坯技术条件 第 2 部分：商用车发动机胀断连杆

Technical specification for the fracture splitting connecting
rod blank of engine—

Part 2: The fracture splitting connecting rod for commercial vehicle

2022 - 02 - 28 发布

2022 - 04 - 01 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 连杆材料技术要求 2

5 连杆毛坯的制造过程控制 3

6 连杆毛坯技术条件 4

7 连杆毛坯检验方法 5

8 检验规则 7

9 标志、包装、运输、贮存 8

图 1 取样位置示意图..... 6

图 2 弧高度（Almen）试片测试方法..... 7

图 3 连杆内应力检验位置..... 7

表 1 连杆材料牌号和化学成分..... 2

表 2 非金属夹杂物评级表（级）..... 3

表 3 连杆毛坯基体金相组织..... 4

表 4 连杆毛坯力学性能..... 5

表 5 连杆毛坯硬度值..... 5

表 6 发动机连杆检验项目、检验比例及检验方法..... 8

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》给出的规定起草。

本文件是T/CCMI 13《发动机胀断连杆毛坯技术条件》的第2部分。T/CCMI 13已经发布了以下部分：

——第1部分：乘用车发动机胀断连杆。

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。

本文件由中国锻压协会发动机连杆委员会、浙江跃进机械有限公司提出。

本文件由中国锻压协会归口。

本文件起草单位：浙江跃进机械有限公司、一汽解放商用车开发院、北京科技大学、一汽锻造(吉林)有限公司、白城中一精锻股份有限公司、江苏宏宝锻造股份有限公司、广东四会实力连杆有限公司、南宫市精强连杆有限公司、宁波蜗牛锻造有限公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、石家庄钢铁有限责任公司、抚顺特殊钢有限公司、建龙北满特殊钢有限责任公司。

本文件主要起草人：骆春阳、胡晨、李鹏、张朝磊、许长林、姜喜峰、唐兰晶、缪桃生、刘赞丰、冯书华、夏宁、张磊、郝彦英、马群、刘广磊。

本文件为2022年2月28日首次发布。

发动机胀断连杆毛坯技术条件

第2部分：商用车发动机胀断连杆

1 范围

本文件规定了商用车发动机胀断连杆的术语和定义、连杆材料技术要求、连杆毛坯的制造过程控制、连杆毛坯技术条件、连杆毛坯试验方法、检验规则、判定与复检、标识、包装、运输和贮存等。

本文件适用于商用车（专指柴油及天然气发动机）胀断连杆毛坯。

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 222 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差
- GB/T 223 钢铁及合金化学分析方法
- 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 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 702-2017 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 2828 抽样标准
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表
- 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 合金结构钢
- GB/T 4162 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测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定法
- 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 钢制模锻件通用技术条件
- GB/T 12362-2016 钢制模锻件公差及机械加工余量
- GB/T 12604.5 无损检测术语 磁粉检测
- GB/T 12604.6 无损检测术语 涡流检测
- GB/T 13320 钢质模锻件 金相组织评级图及评定方法
- 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 20123 钢铁总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法（常规方法）
- GB/T 20124 钢铁氮含量的测定惰性气体熔融热导法（常规方法）
- GB/T 30512 汽车禁用物质要求
- JB/T 6721.2 内燃机 连杆 第2部分：磁粉检测
- JB/T 8354.1-2013 钢丝丸

T/CCMI 13.2-2022

JB/T 10174 钢铁零件强化喷丸的质量检验方法

YB/T 5149-1993 铸钢丸

T/CCMI 13.1-2021 发动机胀断连杆毛坯技术条件 第1部分：乘用车发动机胀断连杆

3 术语和定义

T/CCMI 13.1-2021界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

纤维流线 fibre flown line

锻造时,金属的脆性杂质被打碎,顺着金属主要伸长方向呈碎粒状或链状分布;塑性杂质随着金属变形沿主要伸长方向呈带状分布,表示金属组织的方向性。

3.2

完全脱碳层 fully decarburized layer

钢的含碳量减少的一种现象,显微组织中已无珠光体存在,显微特征全为铁素体的区域。

3.3

部分脱碳层 half the decarburization

钢的含碳量减少的一种现象,全脱碳层的内边界至含碳量正常的组织处,显微组织中还保留一部分珠光体的区域。

4 连杆材料技术要求

4.1 材料牌号和化学成分

连杆的材料牌号和化学成分应符合表1的规定。

表1 连杆材料牌号和化学成分

材料 牌号	化学成分(质量分数)%											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Al	N	Nb
C70S6	0.67 ~0.73	0.15 ~ 0.25	0.55 ~ 0.60	≤ 0.045	0.060 ~ 0.070	0.10 ~ 0.15	≤ 0.03	0.040~ 0.080	0.03~ 0.04	≤ 0.010	0.012~ 0.016	-
38MnVS6	0.36 ~0.39	0.50~ 0.65	1.30 ~ 1.45	≤ 0.025	0.030 ~ 0.045	0.10 ~ 0.20	≤ 0.05	≤ 0.15	0.08~ 0.13	0.010 ~ 0.045	0.010 ~ 0.020	-
36MnVS4	0.34~ 0.38	0.60~ 0.75	0.95~ 1.05	≤ 0.045	0.030 ~ 0.045	0.10 ~ 0.25	≤ 0.06	≤ 0.20	0.25~ 0.35	≤ 0.030	0.015 ~ 0.020	-

表1 连杆材料牌号和化学成分（续）

材料 牌号	化学成分（质量分数）%											
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	V	Al	N	Nb
46MnVS5	0.42 ~ 0.48	0.40 ~ 0.80	0.90 ~ 1.30	≤ 0.045	0.040 ~ 0.070	0.10 ~ 0.30	≤ 0.08	≤ 0.20	0.10~ 0.20	≤ 0.030	0.014 ~ 0.022	0.015 ~ 0.045

注：N元素成份的允许偏差为±0.002%，其它元素应符合GB/T 222的规定。

4.2 商用车发动机连杆常用材料选择

商用车发动机爆发压力小于22MPa的机型连杆材料宜使用C70S6，爆发压力大于或等于22MPa的机型连杆材料宜使用46MnVS5，如发动机制造商有需求的按发动机制造商规定执行。

4.3 轧制比

原材料轧制比应不小于7。

4.4 连杆材料非金属夹杂物

连杆材料非金属夹杂物应按GB/T 10561-2005中A法进行检验，并应满足如下规定：

- 非金属夹杂物评级不应超过表2规定的级别；
- 连成串的氮化物并入B类夹杂物评级，分散型的氮化物并入D类夹杂物评级；
- 夹杂物长度超过视场的边长(0.71mm)、或宽度(或直径)大于粗系最大值，则应当作超尺寸夹杂物进行评定，并分别记录。

表2 非金属夹杂物评级表（级）

夹杂物类型	A	B	C	D	DS
细系	≤4.0	≤2.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0
粗系	≤3.0	≤2.0	≤1.0	≤1.0	
超尺寸夹杂物	不应有				

4.5 超声波检验

钢材应逐支进行超声波检验，应符合GB/T 4162质量等级B级（Φ3.2mm平底孔）规定。

4.6 尺寸、外形、重量

尺寸、外形、重量按GB/T 702-2017中条款3和条款5规定执行，尺寸精度、弯曲度按GB/T 702-2017中表1和表10的1组规定执行。

4.7 其他

脱碳层、试验方法、表面质量、检验规则、验收、包装、标志、质量证明书等按GB/T 3077执行。

5 连杆毛坯的制造过程控制

5.1 连杆毛坯锻造温度控制

连杆锻造前坯料加热方式应采用感应加热，感应加热应具备高低温自动分选装置，加热温度为1150℃～1270℃。连杆需经控温冷却设备进行冷却，入控温线时连杆大头部位温度应不小于950℃，出控温线连杆大头的温度应不大于600℃。

5.2 连杆毛坯外形及尺寸公差控制

5.2.1 连杆毛坯应通过锻模精度控制尺寸公差，并在热状态下进行去除飞边，不应在冷态下通过打磨或其他手段达到尺寸要求，连杆杆筋与大小头平面的对称度不大于0.5mm，不对连杆毛坯进行冷校直。

5.2.2 如图纸上无特殊要求，连杆毛坯尺寸公差及偏差按GB/T 12362-2016中的E级。

5.3 连杆制坯工艺控制

5.3.1 连杆制坯宜采用辊锻工艺。

5.3.2 连杆制坯时不应有折叠、裂纹、分层、夹渣等缺陷。

6 连杆毛坯技术条件

6.1 纤维流线

纤维流线按GB/T 226中的规定检查，金属晶粒流动应遵循锻造轮廓，其纤维流线方向应沿着连杆中心线，并与连杆外形相符，不应有紊乱、扭曲、折叠和间断现象。

6.2 金相组织

连杆毛坯的基体金相组织应为均匀的珠光体和少量铁素体，晶粒度按GB/T 6394评级，奥氏体晶粒度和铁素体含量要求见表3，金相组织图谱参照T/CCMI 13.1-2021附录A。

表3 连杆毛坯基体金相组织

牌号	组织	铁素体含量	奥氏体晶粒度
C70S6	铁素体+珠光体	≤10%	5~8级
38MnVS6	铁素体+珠光体	≤10%	5~8级
36MnVS4	铁素体+珠光体	≤35%	6~9级
46MnVS5	铁素体+珠光体	≤25%	4~8级
注：胀断位置晶粒度不粗于3级。			

6.3 表面脱碳

连杆毛坯表面不应有完全脱碳，C70S6材质连杆部分脱碳层深度应不大于0.25mm，其余材质连杆部分脱碳层深度应不大于0.2mm。

6.4 连杆毛坯修复

连杆表面允许修复数量不多于2处，但位置不应在同一截面上，经修整后的痕迹应沿金属纤维轮廓方向且应圆滑过渡，修复后的连杆应经强力喷丸处理，并重新进行探伤，修复后的连杆应在尺寸公差范围内。

6.5 连杆毛坯的力学性能

6.5.1 连杆毛坯的力学性能见表4或按需方产品图样要求。

表4 连杆毛坯力学性能

牌号	屈服强度 $R_{eL}/R_{p0.2}$ (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	断后伸长率 A_5 (%)	断面收缩率 Z (%)
C70S6	≥ 550	≥ 900	≥ 10	20~40
38MnVS6	≥ 600	900~1050	≥ 10	25~45
36MnVS4	≥ 750	900~1200	≥ 8	20~50
46MnVS5	≥ 750	1000~1200	≥ 8	25~45

6.5.2 连杆毛坯的硬度见表 5 或按需方产品图样要求，且同一连杆硬度差不应大于 35HB。

表5 连杆毛坯硬度值

牌号	硬度推荐值 (HB)
C70S6	252~320
38MnVS6	266~311
36MnVS4	266~340
46MnVS5	280~345

6.6 表面抛丸处理

6.6.1 连杆毛坯应进行表面强化处理；宜采用符合 JB/T 8354.1-2013 标准要求的钢丝丸或 YB/T 5149-1993 标准要求的铸钢丸，其直径宜在 0.8mm~1.2mm 范围内选择；丸粒硬度应在 HRC40~HRC48 范围内选择。

6.6.2 连杆毛坯抛丸强化后表面覆盖率应达到 200%；连杆毛坯表面残余压应力应大于 350Mpa，表面残余压应力（纵向）或标准弧高度值（Almen）不应小于 0.3mm。

6.7 连杆毛坯表面质量

6.7.1 连杆毛坯表面应光洁，不加工表面不应有裂纹、折叠、折痕、结疤、氧化皮及因金属未充满锻模而产生的缺陷。杆身部位不应有切边拉伤。分模面残留飞边的高度不应大于 0.8mm。除连杆杆身工字形外圆角处，连杆上允许有不多于两个，直径不大于 4mm，深度不大于 0.5mm 的凹坑。

6.7.2 连杆毛坯应经磁粉探伤或其它无损探伤，不得有折叠、裂纹、分层、夹渣等缺陷；连杆毛坯磁粉探伤后应退磁，退磁后连杆毛坯的剩余磁场强度不应大于 $3 \times 10^{-4}T$ （3Gs），也可按供需双方协商确定。

6.8 连杆毛坯内应力

连杆毛坯内应力用胀断位置切开后变形量（胀断位置切开后直径差的最大值）来表示，不应大于 0.06mm，检验方法及限值见 7.9。

6.9 禁用物质

连杆毛坯禁用物质应符合 GB/T 30512 要求。

7 连杆毛坯检验方法

7.1 连杆材料的化学分析方法按 GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123 及 GB/T 20124 的规定。

7.2 连杆毛坯的硬度试验按 GB/T 231.1 规定的试验法, 连杆毛坯硬度测定位置见图 1, 检验方法用无损检测方法测定, 以 GB/T 231.1 规定的试验方法为仲裁方法。

7.3 连杆的金相组织取样部位为连杆毛坯杆身部位, 见图 1。连杆毛坯标准金相组织图谱见 T/CCMI 13.1-2021 附录 A, 晶粒度按 GB/T 6394 的规定评定。

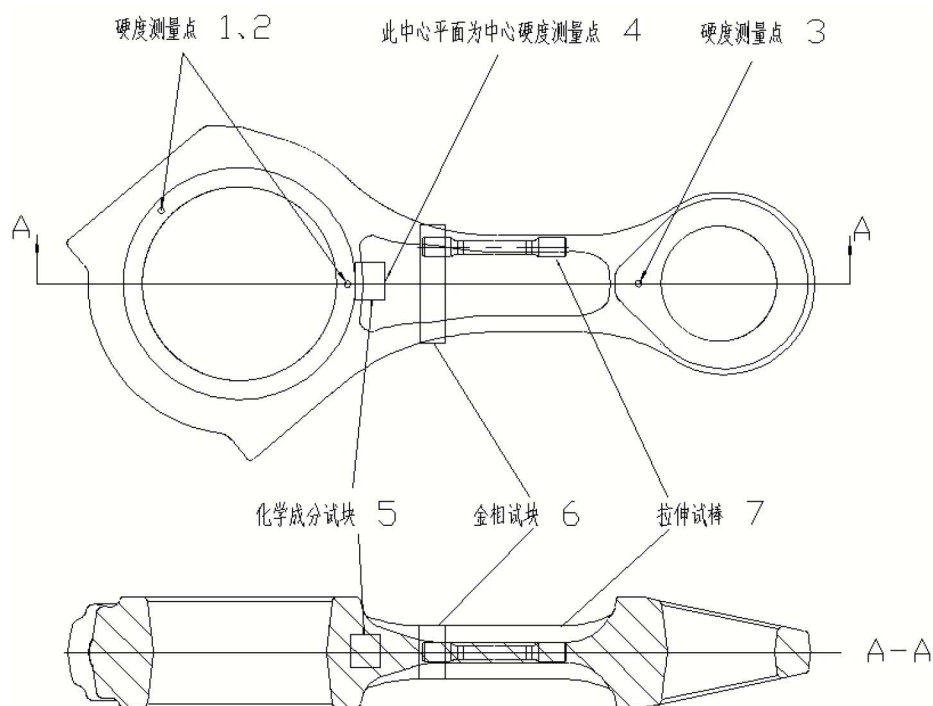


图1 取样位置示意图

7.4 力学性能检测

7.4.1 力学性能检测部位

拉伸性能试样推荐取样部位见图1。

7.4.2 力学性能试样

应采用柱状拉伸试样, 试样尺寸按GB/T 228.1执行或按需方要求制样。

7.5 探伤

连杆毛坯应按照JB/T 6721.2标准进行100%的荧光磁粉探伤。

7.6 金属流线检验

连杆毛坯在分模线处进行整体剖切取样, 宜用50%含水盐酸在50℃~80℃温度下腐蚀15min~30min后宏观观察。

7.7 表面残余压应力检验

连杆毛坯表面残余压应力检验宜用X射线衍射分析方法检验, 也可用标准弧高度(Almen)试片测试, 试片测试方法如图2所示, 检验方法依据JB/T 10174。

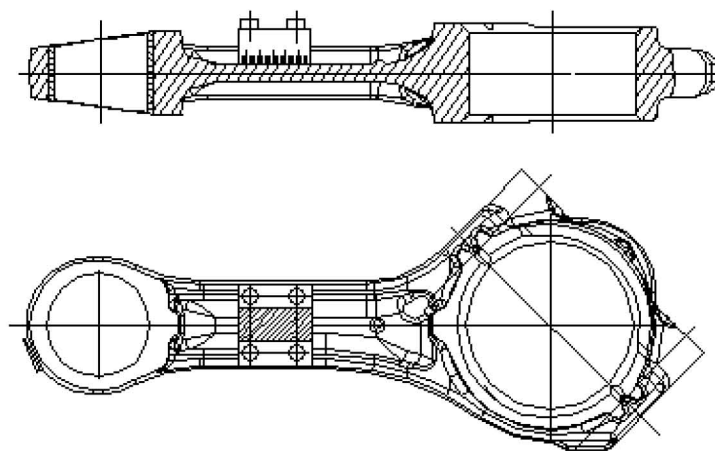


图2 弧高度 (Almen) 试片测试方法

7.8 连杆毛坯内应力检验的方法

连杆毛坯加工至胀断前尺寸, 测量连杆大头孔内径尺寸, 然后将连杆大头一侧用线切割切开, 测量及切开位置如图3所示, 按图2示位置测量连杆大头孔内径。

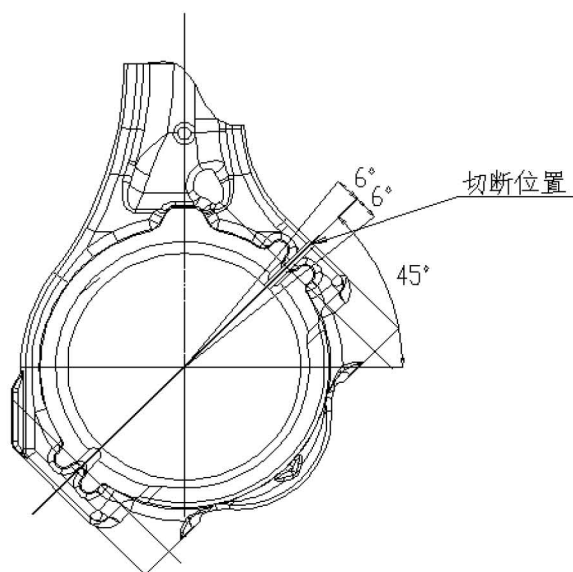


图3 连杆内应力检验位置

7.9 脱碳层检测

脱碳层深度检测部位为连杆杆身位置, 按GB/T 224 的规定测定。

7.10 其他

没有规定检验方法的项目, 由供需双方协商确定。

8 检验规则

- 8.1 连杆毛坯制造单位应抽检进厂原材料的化学成份及力学性能按 GB/T 2975 取样检查。抽检数量及批次由连杆毛坯制造单位与材料制造商共同协商确定。
- 8.2 连杆毛坯检查的项目有:硬度、探伤、表面状态、重量,力学性能、金相组织按供需双方定义进行抽检。
- 8.3 连杆毛坯尺寸公差和形位公差按产品图样的规定进行抽检。
- 8.4 连杆毛坯的抛丸每批(根据不同的喷丸设备供需双方定义每批的数量)检查一件标准弧高度(Almen)值。
- 8.5 连杆毛坯在正式供货前,应进行内应力抽检,并由毛坯制造单位及供货单位质量保证部门出具检验报告。毛坯内应力检查的抽检数量由毛坯制造单位、连杆制造单位和整机生产单位质量保证部门共同协商确定。
- 8.6 连杆毛坯在下列情况下,必须进行金属流线检查:
- a) 新设计或改进设计;
 - b) 变更材料供货商或变更生产工艺;
 - c) 增加负荷容量或寿命;
 - d) 使用中发现早期损坏;
 - e) 转厂生产。
- 8.7 连杆毛坯应经制造单位的质量检验部门检查合格并附有质量合格证方可出厂。
- 8.8 定货单位抽检连杆毛坯产品质量时,抽检办法按 GB/T 2828 和 GB/T 2829 进行,也可由供需双方协商解决。
- 8.9 连杆毛坯的检验项目、检验比例及试验方法见表 6。

表6 发动机连杆检验项目、检验比例及检验方法

序号	检验项目	检验比例	试验方法
1	化学成分	1件/炉号	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124
2	表面质量	100%	目视或图纸要求
3	几何尺寸	3件/模具号	图纸要求
4	金相组织	1件/炉号	GB/T 13298
5	晶粒度	1件/炉号	GB/T 6394
6	脱碳层	1件/炉号	GB/T 224
7	硬度	不小于5件/批次	GB/T 231.1
8	重量	100%	图纸要求
9	强度和塑性	1件/炉号	GB/T 228.1
10	宏观组织	1件/首批次	GB/T 226
11	探伤及退磁	100%	JB/T 6721.2
12	抛丸强度	1件/批次	JB/T 10174
13	内应力	1件/批次	本文件7.8条款
14	禁用物质	1件/首批次	QC/T 941、QC/T 942、QC/T 943、QC/T 944

8.10 判定与复检

检验项目、组批原则、抽样方案和规则按与需方商定的技术文件执行。

9 标志、包装、运输、贮存

- 9.1 在连杆毛坯上应按产品图纸允许区域锻造标识或打码标记,标识应包括以下内容:材料批次号、炉号,锻造模具号、零件代号(如有要求)。
 - 9.2 包装前应防锈防蚀处理,装入干燥包装容器内,并保证正常运输的过程中不致损伤零件。在正常的条件下,自出厂之日起应保证在3个月内不锈蚀。具体包装方案应与需方协商一致或按需方要求执行。
 - 9.3 在包装箱内应有检验员签章的包装单,单上应注明订货商名称、连杆型号、连杆批次信息、数量。
 - 9.4 连杆毛坯应附有毛坯制造单位检验员签章的产品质量合格证,合格证上应注明零件名称、零件号、毛坯制造单位名、地址、检验日期。
 - 9.5 连杆毛坯应存放在通风、干燥的库房内。
 - 9.6 连杆毛坯在运输过程中应防磕碰、防雨、防潮。
-