

团 体 标 准

T/CCMI XXXXX—20XX

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

(征求意见稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 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 连杆毛坯的制造过程控制	3
6 连杆毛坯技术条件	3
7 连杆毛坯试验方法	5
8 检验规则	8
9 标志、包装、运输、贮存	8
表 1 牌号和化学成分	2
表 2 非金属夹杂物评级表（级）	3
表 3 金相组织	4
表 4 不同材料锻件的力学性能	4
表 5 不同材料锻件的硬度值	5
表 6 发动机连杆检验项目、检验比例及试验方法	8
图 1 取样位置示意图	6
图 2 Almen 试片测试方法	7
图 3 连杆内应力检验位置	7

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202×年××月××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毛坯的技术要求、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 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备
- GB/T 2828 抽样标准
- GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表
- 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 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 12661 内燃机连杆疲劳试验方法
- JB/T 6721.2 内燃机 连杆 第2部分：磁粉检测

- JB/T 8354 钢丝丸
 JB/T 10174 钢铁零件强化喷丸的质量检验方法
 YB/T 5149 铸钢丸
 T/CCMI 13.1 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
 DIN 50602 优质钢非金属夹杂物显微检验及图谱

3 术语和定义

《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》界定的术语和定义适用于本文件。

4 连杆技术要求

4.1 材料牌号和化学成分

连杆的材料牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定。

表1 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	不大于 0.045	0.060 ~ 0.070	0.10 ~ 0.15	不大于 0.03	0.040 ~ 0.080	0.03 ~ 0.04	不大于 0.010	0.012 ~ 0.016	-
38MnVS6	0.36 ~ 0.39	0.50 ~ 0.65	1.30 ~ 1.45	不大于 0.025	0.030 ~ 0.045	0.10 ~ 0.20	不大于 0.05	不大于 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	不大于 0.045	0.030 ~ 0.045	0.10 ~ 0.25	不大于 0.06	不大于 0.20	0.25 ~ 0.35	不大于 0.030	0.015 ~ 0.020	-
46MnVS5	0.42 ~ 0.48	0.40 ~ 0.80	0.90 ~ 1.30	不大于 0.045	0.040 ~ 0.070	0.10 ~ 0.30	不大于 0.08	不大于 0.20	0.10 ~ 0.20	不大于 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/T222的规定。

4.2 商用车发动机爆发压力

商用车发动机爆发压力小于22MPa的机型连杆材料推荐使用C70S6，爆发压力大于或等于22MPa的机型连杆材料推荐使用46MnVS5，如发动机制造商有规定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

连杆材料应按GB/T 10561-2005中A法，进行非金属夹杂物检验，同时必需满足如下规定：

- a) 非金属夹杂物评级不应超过表 2 规定的级别；
- b) 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；
- c) 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

钢材逐支进行超声波检验，应符合GB/T 4162质量等级B级（ ϕ 3.2mm平底孔）规定。

4.6 尺寸、外形、重量

尺寸、外形、重量按GB/T 702-2017中有关规定执行，尺寸精度、弯曲度按GB/T 702-2017的1组规定执行。

4.7 其它

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中有关规定执行。

5 连杆毛坯的制造过程控制

5.1 连杆毛坯锻造温度控制

连杆锻造前加热方式必须采用感应加热，感应加热必须具备高低温自动分选装置，加热温度为1150℃-1290℃（根据不同牌号钢材特性按需选择）。连杆经冲孔、切边、热校直道序后需经控温冷却线进行冷却，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小大于600℃，如连杆毛坯因硬度等原因需要回火，温度应小于600℃且回火只能进行一次，不应进行多次回火。

内应力用胀断位置切开后变形量（胀断位置切开后前后直径差的最大值）来表示，应不大于0.06mm。

5.2 连杆毛坯外形及尺寸公差控制

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。

如图纸上无特殊要求，连杆毛坯尺寸公差及偏差按GB/T 12362中的E级，材料类别为M1，形状复杂系数为S3执行。

6 连杆毛坯技术条件

6.1 宏观组织要求

连杆制坯时不应有折叠、裂纹、分层、夹渣等缺陷；

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

6.2 金相组织要求

连杆毛坯的基体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，金相组织、奥氏体晶粒度和铁素体含量要求见表 3，金相级别图谱参照 T/CCMI 13.1 附录 A。

表 3 金相组织

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

6.3 表面脱碳

连杆毛坯表面应不应有完全脱碳，部分脱碳层深度应不大于 0.2mm。

6.4 连杆毛坯的修复

连杆工字梁筋部圆角处的任何缺陷均不得修复，连杆表面允许修复数量不多于 2 处，但位置不得在同一截面上，经修整后的痕迹应沿金属纤维轮廓方向并且应圆滑过渡，修复后的连杆必须经过强力喷丸处理，并重新进行探伤，修复后的连杆必须在尺寸公差范围内。

6.5 连杆毛坯的力学性能

6.5.1 连杆毛坯锻件的力学性能按产品图样要求。其不同材料力学性能见表 4。

表 4 不同材料锻件的力学性能

牌号	屈服强度 $R_{e1}/R_{p0.2}$ (MPa)	抗拉强度 R_m (MPa)	断后伸长率 A_5 (%)	断面收缩率 Z (%)
C70S6	不小于 550	不小于 900	不小于 10	20~40
38MnVS6	不小于 600	900~1050	不小于 10	25~45
36MnVS4	不小于 750	900~1200	不小于 8	20~50
46MnVS5	不小于 750	1000~1200	不小于 8	25~45

6.5.2 连杆毛坯锻件的硬度按产品图样要求连杆毛坯的硬度要求应符合表 5 的规定，同一连杆硬度差不大于 35HB。

表 5 不同材料锻件的硬度值

牌号	硬度推荐值 (HB)
C70S6	252~320
38MnVS6	266~311
36MnVS4	266~325
46MnVS5	280~345

6.6 表面喷丸处理

6.6.1 连杆毛坯应进行表面强化处理；推荐采用符合 JB/T 8354 标准要求的钢丝丸或 YB/T 5149 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 连杆毛坯抛丸后表面覆盖率应达到 200%；应使工件表面达到 350MPa 以上的表面残余压应力（纵向）或标准弧高度试片 Almen 不小于 0.3mm。

6.7 连杆毛坯表面状态

6.7.1 连杆毛坯锻件表面应光洁，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 连杆毛坯锻件基体内不得有折叠、裂纹、分层、夹渣等缺陷，应经磁粉探伤或其它无损探伤，磁粉探伤后应退磁。

6.8 连杆毛坯内应力

连杆毛坯需做去应力处理，不应存在过大的内应力，检验方法及限值见 7.9。

6.9 清洁度和禁用物质

6.9.1 连杆毛坯清洁度要求由供需双方协商确定。

6.9.2 连杆毛坯禁用物质需符合 GB/T 30512 标准要求。

7 连杆毛坯试验方法

7.1 连杆毛坯检验仪器及设备必须经过标准计量部门认可。检验人员必须经过系统培训并取得质检部门发的上岗操作证。

7.2 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。。

7.3 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，检验方法允许应用电磁等损检测方法测定，以 GB/T 231.1 规定的试验方法为仲裁方法。

7.4 连杆的金相组织在连杆小头工字形截面上检验金相组织试样推荐取样部位为连杆毛坯杆身部位（见图 1 金相取样位置），各种材料锻造的连杆毛坯标准金相组织图谱见附件 1，晶粒度按 GB/T 6394 的规定评。

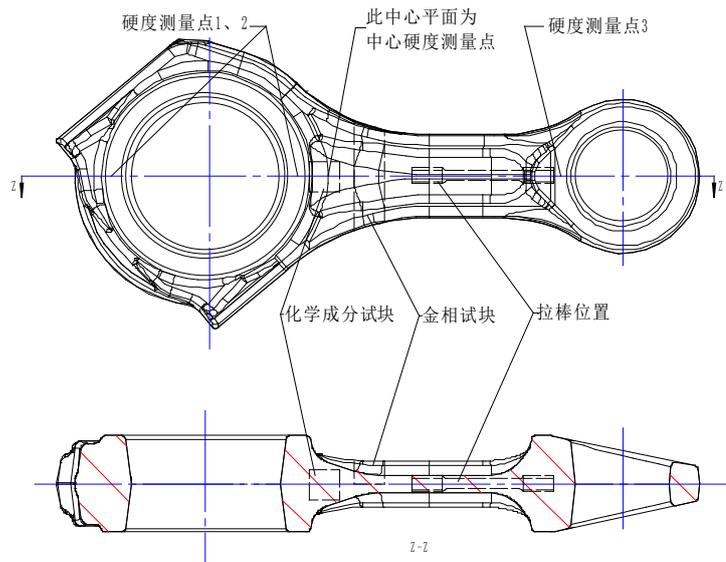


图 1 取样位置示意图

7.5 力学性能检测

7.5.1 力学性能检测部位

拉伸性能试样推荐取样部位为连杆毛坯杆身部位，见图1拉伸试样取样位置。

7.5.2 力学性能试样

推荐使用圆形拉伸试样，试样尺寸按GB/T 228.1执行。

7.6 连杆疲劳性能检测

连杆疲劳性能试验方法按JB/T 12661执行。

7.7 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。探伤后的连杆毛坯应进行退磁，退磁后连杆毛坯的剩余磁场强度应不大于 $2 \times 10^{-4} \text{T}$ (2Gs)，也可由供需双方协商确定。

7.8 金属流线检验

连杆毛坯锻件的金属流线可用 50%含水盐酸在 $50^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 温度下腐蚀 15min~30min 后宏观观察，需在分模线处进行整体剖切。

7.9 表面残余压应力检验

连杆毛坯锻件表面残余压应力检验可用 X 射线衍射分析方法检验也可用标准弧高度试片测试，试片测试方法如图 2 所示，检验方法依据 JB/10174。

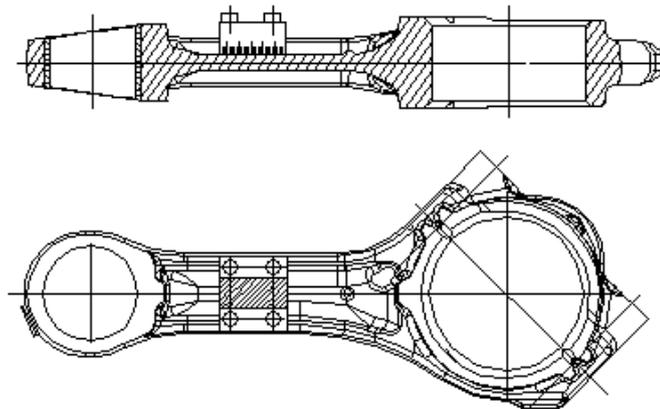


图 2 Almen 试片测试方法

7.10 锻件内应力检验的方法及限值

将连杆锻件加工至胀断前尺寸, 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, 切开前后大头孔的内径尺寸差应小于 0.08mm。

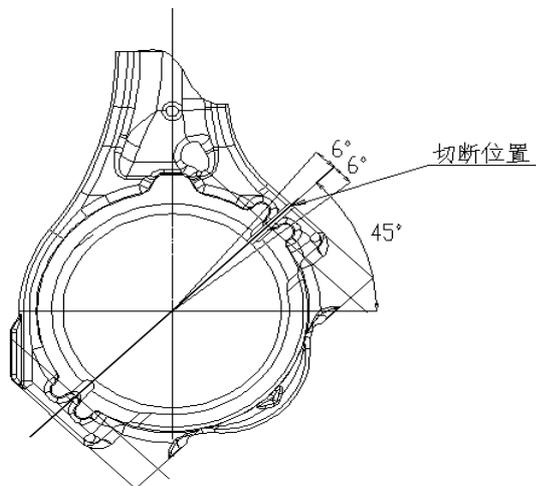


图 3 连杆内应力检验位置

7.11 脱碳层检测

脱碳层深度检测部位为连杆杆身位置。

7.12 其他

没有规定检验方法的项目, 毛坯制造单位可根据实际情况自行选择检验方法。

8 检验规则

- 8.1 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、尺寸公差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 连杆锻件的喷丸每批(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试片 Almen 值。
- 8.5 连杆锻件在正式供货前,必须进行内应力抽检,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 连杆在下列情况下,必须进行疲劳性能试验及金属流线检查:
- 新设计或改进设计;
 - 变更材料供货商或变更生产工艺;
 - 增加负荷容量或寿命;
 - 使用中发现早期损坏;
 - 转厂生产。
- 8.7 连杆毛坯必须经毛坯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,也可由定货单位和制造单位协商解决。
- 8.9 连杆的检验项目、检验比例及试验方法见表 6。

表 6 发动机连杆检验项目、检验比例及试验方法

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/ T13298
5	晶粒度	1件/炉号	GB/ T6394
6	脱碳层	1件/炉号	GB/ T224
7	硬度	不小于5件/批次	GB/ T231.1
8	重量	100%	图纸要求
9	强度和塑性	1件/炉号	GB/ T228.1
10	宏观组织	1件/首批次	GB/ T226
11	探伤及退磁	100%	JB/T 6721.2
12	喷丸强度	1件/批次	JB/T 10174-2000
13	内应力	1件/批次	

表6 发动机连杆检验项目、检验比例及试验方法（续）

序号	检验项目	检验比例	试验方法
14	禁用物质	1件/首批次	QC/T 941、QC/T 942、QC/T 943、QC/T 944

9 判定与复检

需方抽查产品质量时，应按 GB/T 2828.1 的规定抽检。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。

10 标志、包装、运输、贮存。

10.1 在连杆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，以保证连杆毛坯的可追溯性：

—— 材料批次号、炉号，锻造模具号、零件代号（如有要求）。

10.2 包装前必须防锈防蚀处理，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。具体包装方案应与订货商协商一致或按订货商要求执行。

10.3 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。

10.4 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，合格证上应注明发动机型号、零件名称、零件号、毛坯制造单位名、地址、检验日期。

10.5 连杆毛坯应存放在通风、干燥的库房内，在正常的条件下，自出厂之日起应保证在一年内不锈蚀。