ICS 25.020
CCS J 32

团　体　标　准

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

Technical specification for the fracture splitting connecting rod blank of engine—
Part 1: The fracture splitting connecting rod for passenger vehicle

2021－07－15发布　　2021－09－01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 技术要求 2
5 检验方法 5
6 检验规则 8
7 判定与复检 9
8 标识、包装、运输和贮存 9
附录 A（资料性） 发动机连杆毛坯金相组织图谱 11

图 1 取样位置示意图 6
图 2 阿曼试片测试装置 7
图 3 内应力检测示意图 8
图 A.1 C70S6 显微组织（100 倍） 11
图 A.2 C70S6 显微组织（500 倍） 11
图 A.3 70MnVS4 显微组织（100 倍） 12
图 A.4 70MnVS4 显微组织（500 倍） 12
图 A.5 46MnVS5 显微组织（100 倍） 13
图 A.6 46MnVS5 显微组织（500 倍） 13
图 A.7 36MnVS4 显微组织（100 倍） 14
图 A.8 36MnVS4 显微组织（500 倍） 14

表 1 发动机连杆毛坯化学成分（熔炼分析） 2
表 2 非金属夹杂物（级） 3
表 3 发动机连杆毛坯金相组织 4
表 4 发动机连杆毛坯硬度值 4
表 5 发动机连杆毛坯强度和塑性 4
表 6 发动机连杆毛坯重量公差 5
表 7 发动机连杆检验项目、检验比例及试验方法 8

STANDARDS PRESS OF CCMI
CCMI

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》给出的规则起草。

本文件是T/CCMI 13《发动机胀断连杆毛坯技术条件》的第1部分。

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、白城中一精锻股份有限公司提出。

本文件由中国锻压协会归口。

本文件起草单位：白城中一精锻股份有限公司、北京科技大学、南宫市精强连杆有限公司、浙江跃进机械有限公司、张家港市环鑫精密锻造有限公司、重庆江东汽车零部件有限责任公司、石家庄钢铁有限责任公司、江阴兴澄特种钢铁有限公司、建龙北满特殊钢有限责任公司、抚顺特殊钢有限公司。

本文件主要起草人：唐兰晶、廖劲松、邓晓明、张朝磊、冯书华、骆春阳、穆天柱、汪义高、郝彦英、张磊、刘广磊、马群。

本文件为首次发布。

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

1 范围

本文件规定了乘用车发动机胀断连杆毛坯用术语和定义、技术要求、检验方法、检验规则、判定与复检、标识、包装、运输和贮存等。

本文件适用于乘用车发动机（专指汽油发动机）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 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 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 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 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 4879 防锈包装
GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
GB/T 7704 无损检测X射线应力测定方法
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 12339 防护用包装材料
GB/T 12362 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 14188 气相防锈包装材料选用通则
GB/T 19532 包装材料气相防锈塑料薄膜
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
BB/T 0049 包装用矿物干燥剂

JB/T 6721.2　内燃机 连杆　第2部分：磁粉检测

JB/T 8354.1　抛喷丸清理及强化用金属磨料　第1部分：钢丝切丸

JB/T 8354.2　抛喷丸清理及强化用金属磨料　第2部分：高碳铸钢丸

JB/T 10174-2000　钢铁零件强化喷丸的质量检验方法

QC/T 941　汽车材料中汞的检测方法

QC/T 942　汽车材料中六价铬的检测方法

QC/T 943　汽车材料中铅、镉的检测方法

QC/T 944　汽车材料中多溴联苯（PBBs）和多溴二苯醚（PBDEs）的检测方法

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

胀断连杆　fractured connecting rod

利用特种钢材的裂解特性，通过连杆大头孔内预制应力槽获得裂解扩展源，使用特定方法控制裂解痕迹的扩展方向，使连杆体与连杆盖脆性断裂分离，加工组装后获得的连杆，称胀断连杆或裂解连杆。

3.2

表面缺陷深度　defect depth in the surface

表面缺陷深度是指连杆表面的凹陷、麻点、磕碰伤的实际深度。

3.3

表面覆盖率　surface coverage rate

受喷零件表面上呈现压坑的程度。是以在被喷表面规定部位上，测得弹痕占据的面积与要求强化喷丸的面积之间的比值，用百分数表示，超过100%的表面覆盖率用喷丸时间来计算。

[来源：JB/T 10174-2000]

4　技术要求

4.1　连杆材料

4.1.1　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　发动机连杆毛坯化学成分（熔炼分析）

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	0.45～0.65	≤0.045	0.060～0.070	0.10～0.20	≤0.06	≤0.20	0.03～0.04	≤0.03	0.012～0.016	–
70MnVS4	0.69～0.73	0.15～0.30	0.80～0.90	≤0.045	0.060～0.070	0.10～0.20	≤0.06	≤0.20	0.10～0.15	≤0.03	0.010～0.016	–
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	≤0.03	0.014～0.022	0.015～0.045

表1　发动机连杆毛坯化学成分（熔炼分析）（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
36MnVS4	0.34～0.42	0.60～0.75	0.95～1.05	≤0.045	低S：0.030～0.045 高S：0.060～0.085	0.10～0.25	≤0.06	≤0.20	0.20～0.35	≤0.03	0.015～0.020	-
注1：C70、S70CVS1材料要求参照C70S6。 注2：38MnVS4、S36CVS2材料要求参照36MnVS4。 注3：46MnVS6材料要求参照46MnVS5。 注4：N元素允许偏差±0.002，S元素允许偏差±0.005，其它化学成份的允许偏差应符合GB/T 222的规定。												

4.1.2　非金属夹杂物及低倍组织

钢材的非金属夹杂物应按GB/T 10561—2005的A法进行检验；夹杂物的判定应按GB/T 10561—2005附录A进行评级，结果应符合表2中的要求。钢材的横截面酸浸低倍试片上不应有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、翻皮及白点等缺陷，酸浸低倍组织按GB/T 1979评级，其一般疏松、中心疏松和偏析均不应大于3级。

表2　非金属夹杂物　（级）

	A	B	C	D
粗系	≤4.0	≤2.0	≤1.0	≤1.0
细系	≤3.0	≤2.0	≤1.0	≤1.0

4.1.3　晶粒度

晶粒度按GB/T 6394评级，应不粗于5级。

4.1.4　超声波检验

原材料进行超声波检验，按GB/T 4162进行检验，缺陷分级应为A级以上。

4.1.5　尺寸、外形、重量

尺寸、外形、重量按GB/T 702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。

4.1.6　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。

4.2 连杆宏观组织

连杆流线方向应连续，金属晶粒流动应遵循锻造轮廓，沿着连杆中心线，并与连杆外形相符，不应有紊乱、扭曲、折叠、回流和间断现象。

4.3 金相组织及脱碳层

4.3.1 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、晶粒度和铁素体含量要求见表 3。

表3 发动机连杆毛坯金相组织

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
70MnVS4	铁素体+珠光体	不大于 10%	5～8 级
46MnVS5	铁素体+珠光体	不大于 25%	5～8 级
36MnVS4	铁素体+珠光体	不大于 35%	6～9 级

4.3.2 连杆毛坯表面不准许有完全脱碳，部分脱碳层深度应不大于 0.15mm。

4.4 力学性能

4.4.1 连杆毛坯的硬度要求应符合表 4 的规定，同一连杆硬度差应不大于 35HB。

表4 发动机连杆毛坯硬度值

牌号	C70S6	70MnVS4	46MnVS5	36MnVS4
硬度值（HB）	260～320	310～370	285～345	285～345

4.4.2 连杆毛坯强度和塑性应符合表 5 规定。

表5 发动机连杆毛坯强度和塑性

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	不小于 550	900～1080	不小于 10	20～40
70MnVS4	不小于 650	1000～1200	不小于 10	20～40
46MnVS5	不小于 750	1000～1200	不小于 8	25～45
36MnVS4	不小于 750	1000～1200	不小于 8	30～50

4.5 尺寸

连杆毛坯未注尺寸公差按GB/T 12362中的精密级执行。

4.6 重量

胀断连杆毛坯重量应符合产品图样的规定，重量允许公差组别应符合表6规定。

表6　发动机连杆毛坯重量公差

组别	重量公差
Ⅰ组	±1.5%
Ⅱ组	±2.0%
Ⅲ组	±2.5%

4.7　喷丸和内应力

4.7.1　连杆毛坯应进行表面强化处理；推荐采用符合 JB/T 8354.1 标准要求的钢丝切丸或 JB/T 8354.2 标准要求的高碳铸钢丸，其直径宜在 0.8mm～1.2mm 范围内选择，硬度宜在 HRC40～HRC48 范围内选择。
4.7.2　连杆毛坯喷丸强度应控制在 0.3A～0.5A 之间，表面残余压应力应不小于 350MPa；表面覆盖率应达到 200%，喷丸时间是其获得 100%覆盖率所需时间的 2 倍。
4.7.3　内应力用胀断位置切开后变形量（胀断位置切开前后直径差的最大值）来表示，应不大于 0.06mm。

4.8　探伤

连杆毛坯应进行 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 2×10^{-4} T（2 Gs）。

4.9　表面质量

4.9.1　连杆毛坯非加工表面：表面应光洁；不应有裂纹、折叠、结疤、折痕、氧化皮残留、锈迹及因金属未充满锻模而产生的缺陷；杆身部位不准许有切边拉伤。
4.9.2　连杆毛坯待加工表面：若实际尺寸等于基本尺寸时，其表面缺陷深度为单边加工余量之半；若实际尺寸大于或小于基本尺寸时，其表面缺陷深度为单边加工余量之半加或减单边实际偏差值。对内表面尺寸取相反值。

4.10　修复

4.10.1　连杆工字梁筋部圆角处的任何缺陷均不准许修复，其它部位表面缺陷允许修复，经修复后的痕迹应沿金属纤维轮廓方向并且应圆滑过渡，修复后的连杆应经过喷丸处理。
4.10.2　客户对连杆的修复有特殊要求的，按客户要求执行。

4.11　禁用物质

连杆毛坯禁用物质应符合 GB/T 30512 标准规定。

5　检验方法

5.1　材料化学分析

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。

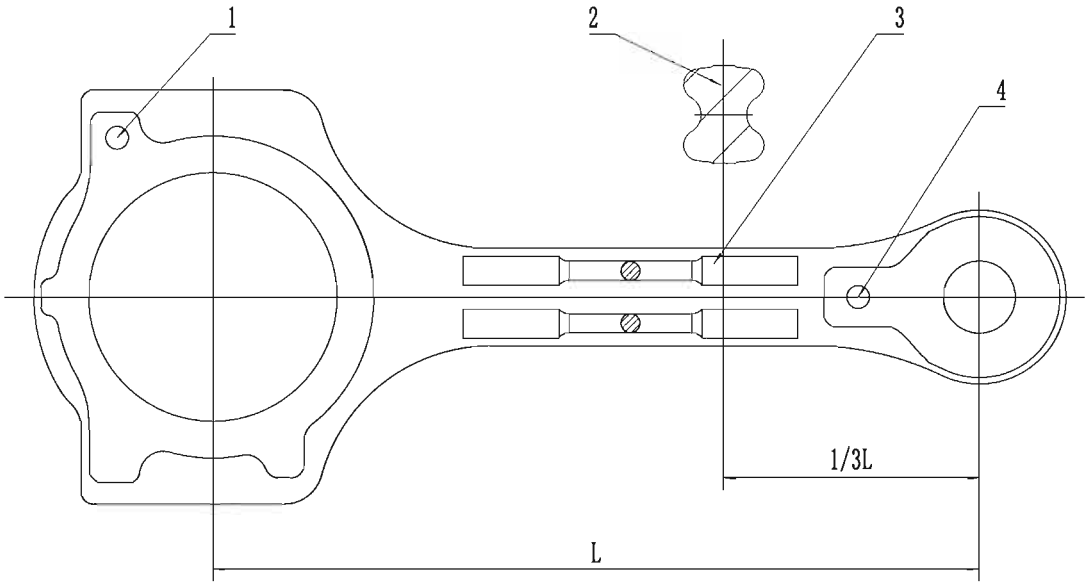
5.2　宏观组织

按GB/T 226中的规定腐蚀后应采用目视或低倍放大镜检查。

5.3　金相组织及脱碳层

5.3.1 取样部位

推荐取样部位为连杆小头工字梁截面，截面距小头孔中心线的距离为连杆大小头中心距的三分之一，见图1。各种材料锻造的连杆毛坯典型金相组织图谱可参考附录A。



标引序号说明：

1——硬度检测位置；

2——金相取样位置；

3——拉伸试样取样位置；

4——硬度检测位置。

图1 取样位置示意图

5.3.2 检测方法

金相组织的检验按GB/T 13298执行；晶粒度的检验按GB/T 6394执行；脱碳层的检验按GB/T 224执行。

5.4 力学性能

5.4.1 硬度

推荐表面硬度检测部位为大小头平面，见图1硬度检测位置，其他特殊要求由供需双方协商确定。检测方法按GB/T 231.1执行。

5.4.2 强度和塑性

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。拉伸试样的尺寸和检测方法按GB/T228.1的规定。

5.5 尺寸

使用3D扫描、三坐标、游标卡尺、投影仪、专用检具等方法测量。

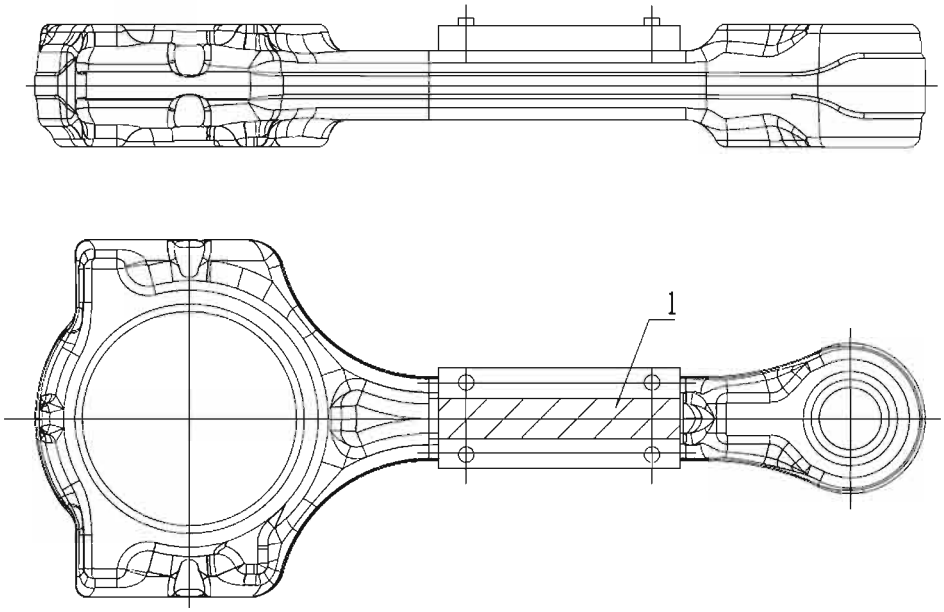
5.6 重量

使用电子秤或在线自动检测方法测量。

5.7 喷丸和内应力

5.7.1 喷丸

连杆表面残余压应力检验可用X射线衍射分析方法检验，检验方法按GB/T 7704执行。也可用标准A型阿曼试片测量，试片测试装置见图2，检验方法依据JB/T 10174-2000执行。



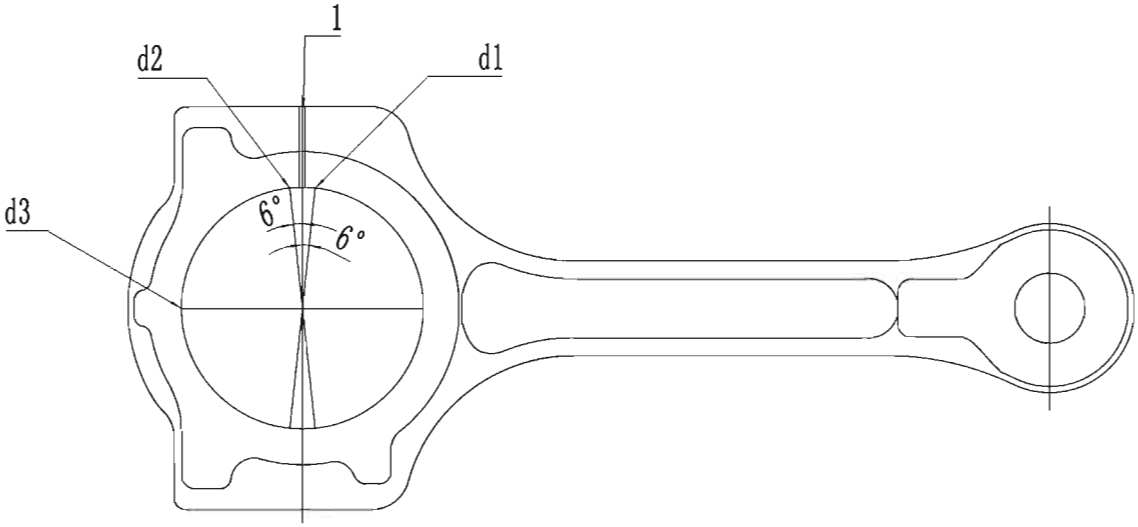
标引序号说明：

1——阿曼试片。

图2 阿曼试片测试装置

5.7.2 内应力

检测方法：先将连杆毛坯两端面粗磨至连杆总成粗加工尺寸，再将大头孔粗镗至连杆总成胀断前的大头孔尺寸。测量图3所示位置直径d1、d2、d3，分别记录为值为d11、d21、d31，然后用线切割将连杆胀断位置一侧切开，切开后再次测量直径d1、d2、d3，分别记录为值为d12、d22、d32，以三组数（d12-d11）、（d22-d21）和（d32-d31）中的最大值作为判定依据。



标引序号说明：

1 ——切开位置；

d1——大头孔直径；

d2——大头孔直径；

d3——大头孔直径。

图3　内应力检测示意图

5.8　探伤

按JB/T 6721.2的规定进行检测。

5.9　表面质量

连杆毛坯的表面质量采用目测或极限样件对比检测等方法进行。

5.10　禁用物质

禁用物质按QC/T 941、QC/T 942、QC/T 943、QC/T 944的规定进行测定。

6　检验规则

6.1　制造厂应抽检进厂原材料的化学成份、低倍组织、非金属夹杂，抽检数量及批次由制造厂与材料供应商共同协商确定。

6.2　连杆的检验项目、检验比例及试验方法见表 7。

表7　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

表7　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
5	晶粒度	1件/炉号	GB/ T6394
6	脱碳层	1件/炉号	GB/ T224
7	硬度	≥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	
14	禁用物质	1件/首批次	QC/T 941、QC/T 942、QC/T 943、QC/T 944

7　判定与复检

7.1 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。

7.2 首次抽查如有一项不合格允许进行一次复检，复检仍不合格，则判定此批次不合格。

8　标识、包装、运输和贮存

8.1　标识

在每个连杆上应标明：

——制造厂代码，

——零件号，

——模具号。

8.2　包装

8.2.1　包装前必须进行防腐处理，应用结实不透水的防锈袋或塑料袋装入干燥的包装箱内，并保证正常运输的过程中不会损伤零件。如客户同意，也可用其他的包装方法。

8.2.2　连杆毛坯包装方式和数量由供需双方协商确定。

8.2.3　每个包装箱内应附有毛坯制造厂质量检验员签章的产品合格证，合格证上应标明零件名称、零件号、制造厂名、地址、检验日期。

8.2.4　包装箱内应有检验员签章的包装单，单上应注明零件名称、数量。

8.2.5　包装材料应满足国家环保要求：

——防锈材料应符合 GB/T 4879 的规定；

——防护用内包装材料应符合 GB/T 12339 的规定；

——防锈纸、防锈袋等气相防锈包装材料应符合 GB/T 14188 和 GB/T 19532 的规定；

——矿物干燥剂应符合 BB/T 00049 的规定；

——材料产品不含亚硝酸盐。

8.3 贮存和运输

8.3.1 连杆毛坯应存放在通风和干燥的仓库内。在正常保管情况下，自出厂之日起，制造厂应保证产品在 6 个月内不致锈蚀。

8.3.2 连杆毛坯在运输过程中应防磕碰、防雨、防潮。

STANDARDS PRESS OF CCMI
CCMI

附 录 A
（资料性）
发动机连杆毛坯金相组织图谱

A.1 图A.1-A.8为四种主要材料锻后经控温冷却处理的发动机连杆毛坯的金相组织图谱。

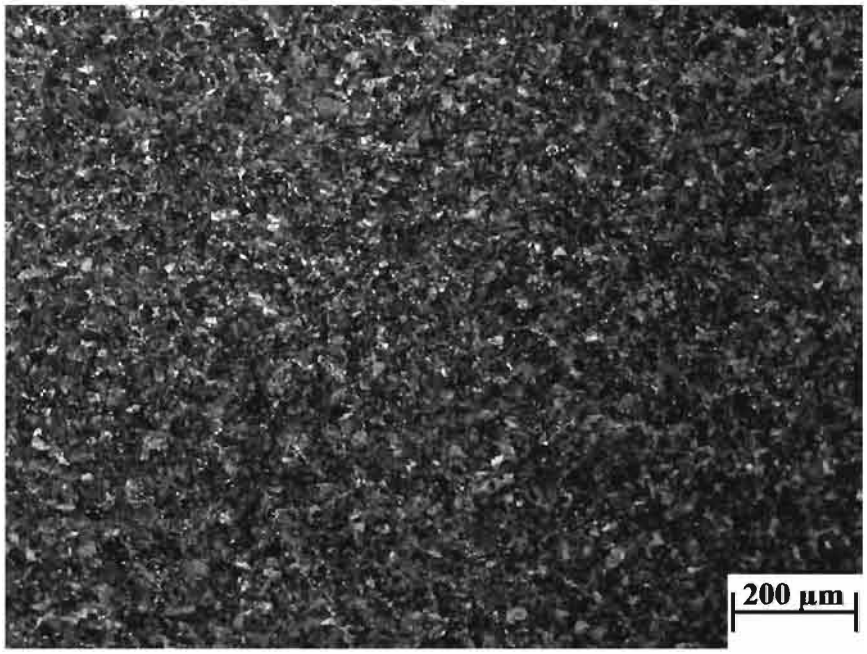


图 A.1 C70S6 显微组织（100 倍）

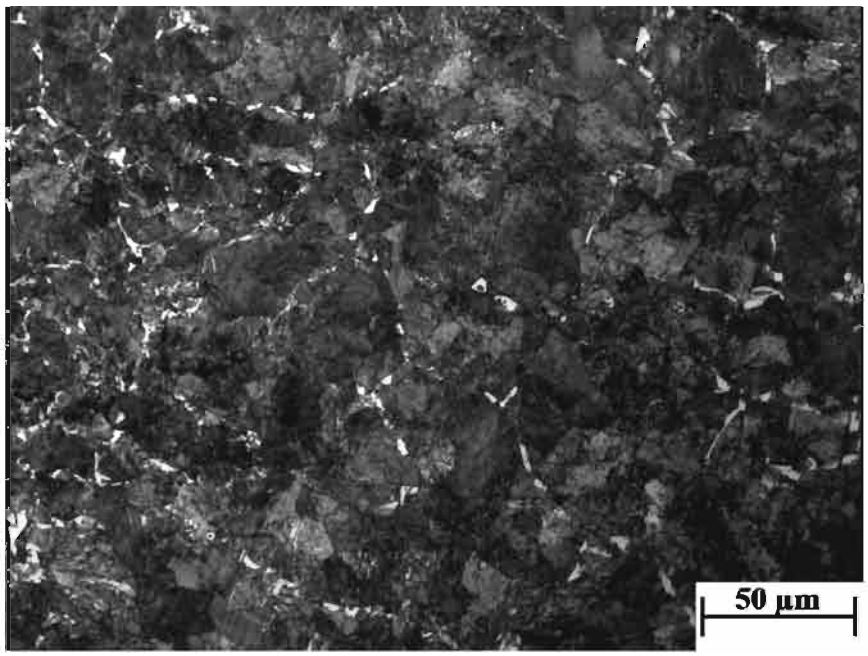


图 A.2 C70S6 显微组织（500 倍）

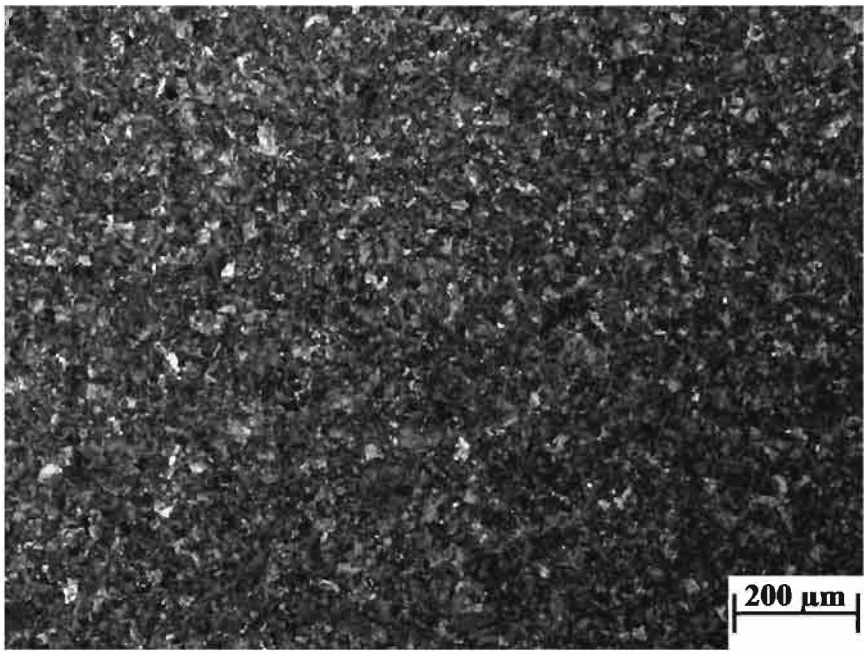


图 A.3　70MnVS4 显微组织（100 倍）

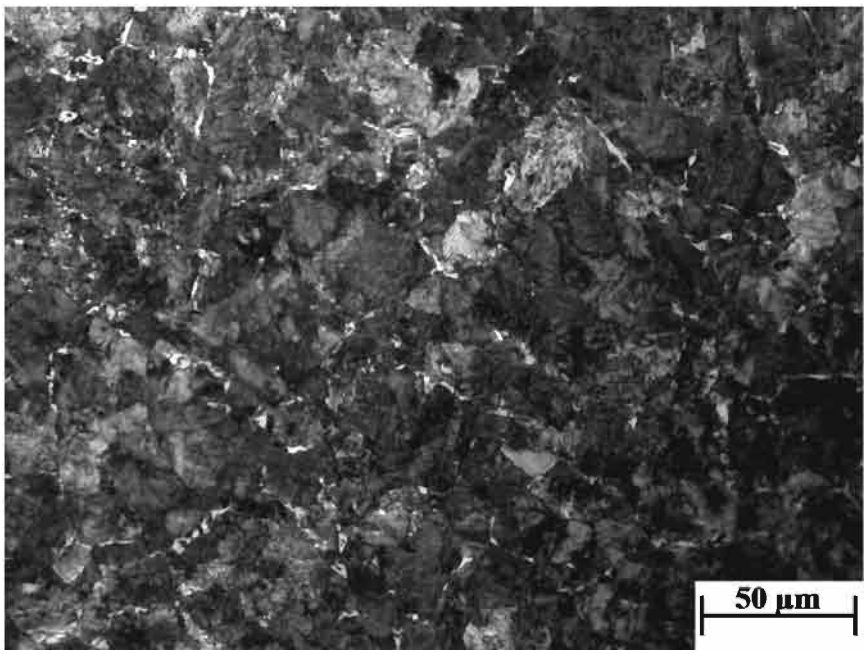


图 A.4　70MnVS4 显微组织（500 倍）

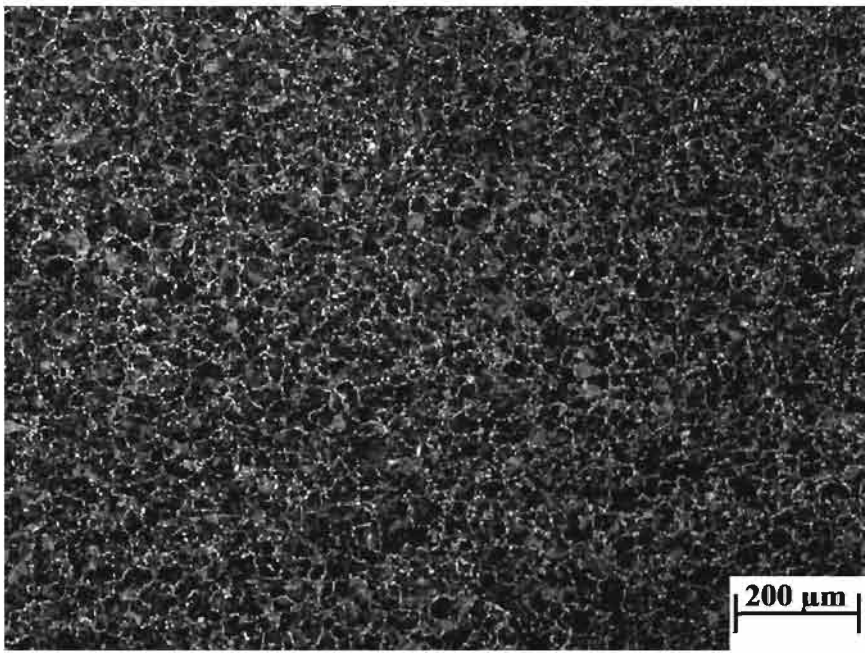


图 A.5　46MnVS5 显微组织（100 倍）

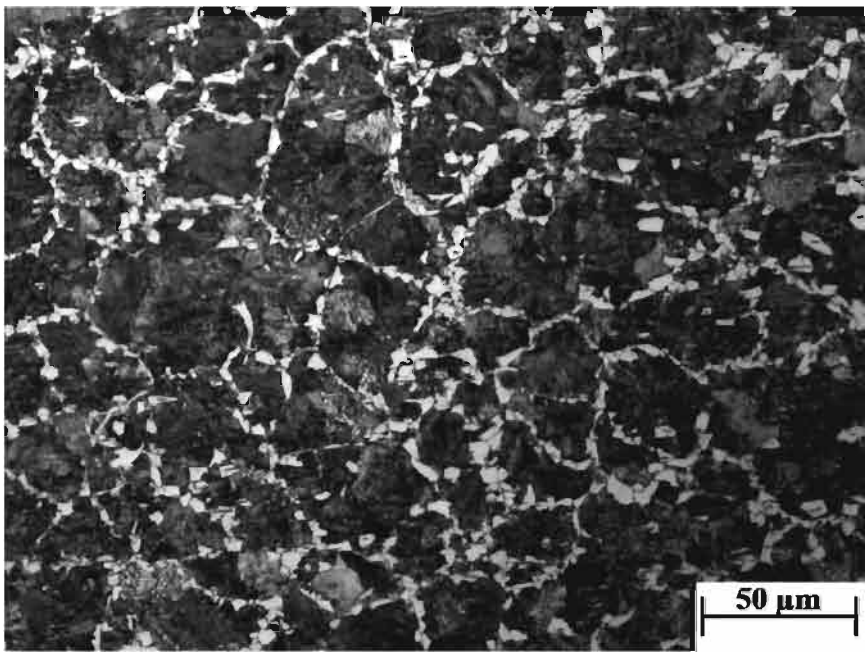


图 A.6　46MnVS5 显微组织（500 倍）

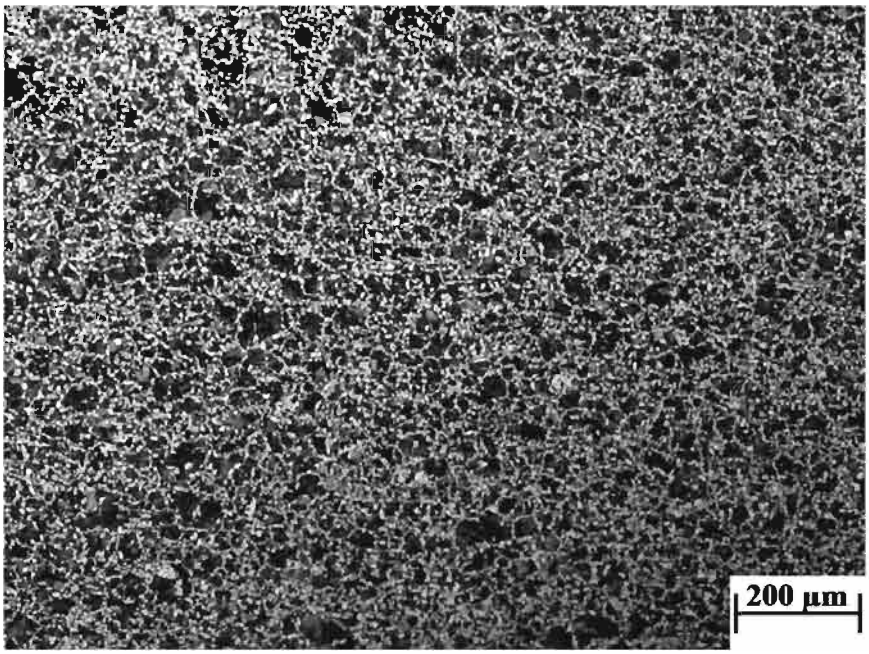


图 A.7　36MnVS4 显微组织（100 倍）

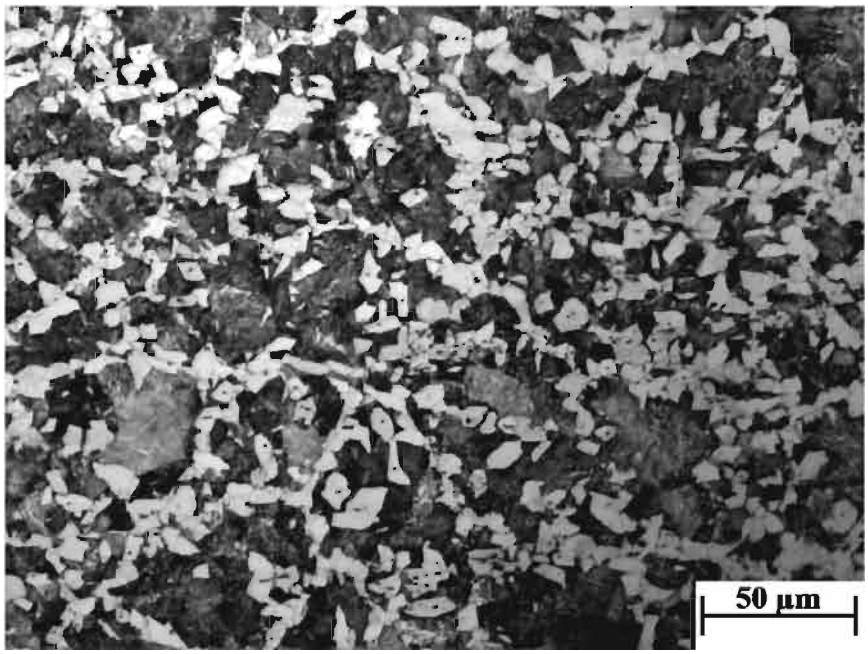


图 A.8　36MnVS4 显微组织（500 倍）