

ICS 77.140.85

J 32



# 中华人民共和国国家标准

GB 4726-2000 代替 JB 4726-2000

代替 JB 4726—2000

## 承压设备无损检测

发布

2010-12-15 实施

2010-08-27

国家能源局 发布

# 目 次

5	前言	
7	1 范围	
7	2 规范性引用文件	
7	3 术语和定义	
9	4 订货内容	
9	5 技术要求	
12	6 试验方法	
		14
		15
求		16
		7 检验规则
		8 标志和质量证明书
		附录 A (规范性附录) 附加要

# 前 言

本标准与 JB 4726—2000 相比，主要变化如下：

- 适用范围中的设计压力由不大于 3.5MPa 提高到不大于 10.0MPa；
- 增加了 20MnNiMo、15NiCrMoNb、12Cr2Mo1V、12Cr2Mo1Ti 等钢号；
- 降低了大部分钢号的磷、硫含量；
- 对 20 和 16Mn 两个钢号的锻件，增列了公称厚度小于或等于 100mm 的拉伸性能指标；

提高了 15CrMo 和 12Cr1MoV 钢锻件的强度指标；

提高了所有钢锻件的冲击功指标；

明确了 I 级锻件仅适用于公称厚度小于或等于 100mm 的 20、16Mn、15CrMo、12Cr1MoV 四个钢号。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会 (SAC/TC 262) 提出并归口。

本标准起草单位：合肥通用机械研究院、中国通用机械工程总公司、中国特种设备检测研究院、中国第一重型机械集团、安徽省质量技术监督局、上海发电设备成套设计研究院、无锡市法兰锻造有限公司、江阴市鼎新锻铸有限公司。

主要起草人：秦晓钟、张勇、杨国义、张文辉、张瑞、滕明德、许建平、陈志伟、

赵元忠、江明、姜恩、陈法

本标准起草人：章小洪、赵元忠。

本标准由全国锅炉压力容器标准化技术委员会 (SAC/TC 262) 负责解释。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB 4726—1994；
- JB 4726—2000。

# 承压设备用碳素钢和合金钢锻件

## 1 范围

本标准规定了承压设备用碳素钢和合金钢锻件的技术要求、试验方法及检验规则等。

本标准适用于设计温度不低于 20℃ 的承压设备用碳素钢和合金钢锻件。

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 222—2006	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 228	金属材料 室温拉伸试验方法 (ISO 6892)
GB/T 229—2007	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法 (ISO 148-1:2006)
GB/T 231.1	金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法 (ISO 6506-1:2005)
GB/T 4336	碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法 (常规法)
GB/T 4338	金属材料 高温拉伸试验方法 (ISO 783:1999)
GB/T 6394	金属平均晶粒度测定法 (ASTM E112:1996)
GB/T 10561	钢中非金属夹杂物含量的测定—标准评级图 (ISO 4967:1998)
GB/T 20066	钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法 (ISO 14284:1996)
JB/T 4730.3	承压设备无损检测 第3部分：超声检测

## 3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。

### 3.1

筒形锻件 **hollow forging**

轴向长度  $L$  大于其外径  $D$  的轴对称空心锻件，如图 1 a) 所示。

### 3.2

环形锻件 **ring forging**

轴向长度  $L$  小于或等于其外径  $D$  的轴对称空心锻件，如图 1 b) 所示。

### 3.3

饼形锻件 **disk forging**

轴向长度  $L$  小于或等于其外径  $D$  的轴对称实心锻件，如图 1 c) 所示。 $L$  为公称厚度。

碗形锻件 **bowl forging**

截面呈凹形且高度  $H$  小于或等于其外径  $D$  的轴对称锻件，如图 1 d) 所示。

公称厚度。

3.5

长颈法兰锻件 neck flange forging

公称厚度

轴向上两个外径的轴对称零件如图1所示。锻件和由的

3.5.6

条形锻件 bar forging

如图1.g)所示。a和b中的小者为公称厚度。

截面为矩形，长度L均大于其两边长a、b的锻件。

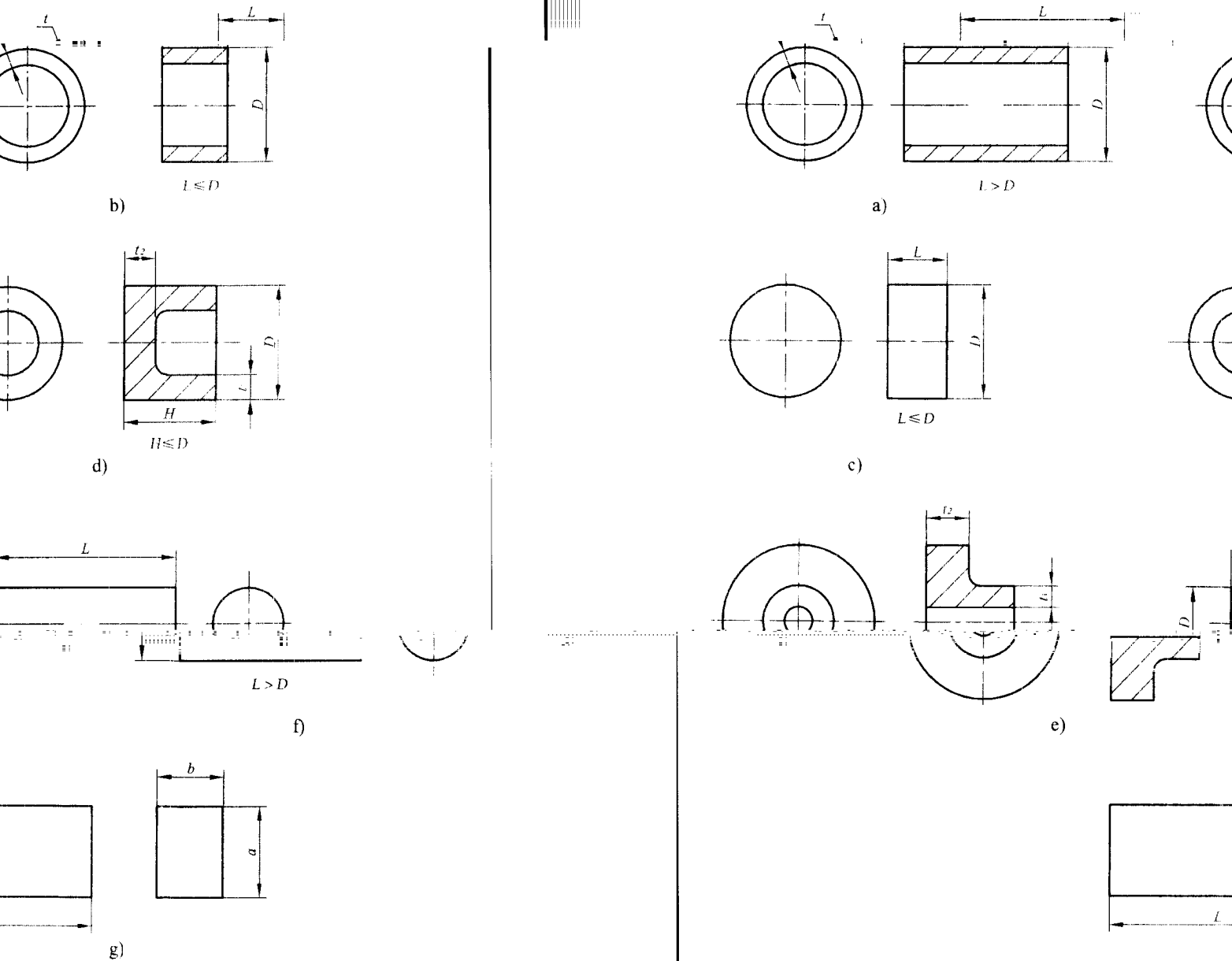


图 1

## 4 订货内容

4.1 需方应在订货合同中注明本标准编号、牌号、锻件级别、供货状态和数量等要求。

4.2 需方应提供订货图样。

4.3 采用本标准附录 A (规范性附录) 的附加要求以及超出或高于本标准规定的其他要求, 需方均应在订货合同中注明。

## 5 技术要求

### 5.1 冶炼方法

锻件用钢应采用电炉或氧气转炉冶炼的镇静钢, 经供需双方协商, 可采用上述冶炼方法以外的重熔炉外精炼等冶炼方法。

### 5.2 化学成分

5.2.1 锻件用钢的化学成分(熔炼分析)应符合表 1 的规定。

5.2.2 根据需方要求, 并在合同中注明, 20、35 和 16Mn 钢 P、S 含量可放宽至 0.015%。

Element	Unit	Min	Max	C		Mn		Si		Ni		Cu		V	Nb	Ti	N	B	P	S	
				Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max								
Fe	%	98	102	0.18	0.25	0.06	0.10														
C	%	0.20	0.35																		
Mn	%	0.45	0.65																		
Si	%	0.45	0.60																		
Ni	%	0.25	0.30																		
Cu	%	0.25	0.30																		
V	%	0.025	0.045																		
Nb	%	0.025	0.050																		
Ti	%	0.025	0.050																		
N	%	0.001	0.003																		
B	%	0.001	0.003																		
P	%	0.001	0.003																		
S	%	0.001	0.003																		

分 (质量分数), %

5.2.3 需方可进行成品分析, 分析结果与表 1 规定的化学成分偏差应符合 GB 9222 中表 2 的规定。

表 1 中 P ≤ 0.020% 的钢号, 其允许正偏差为 0.003%; S ≤ 0.013% 的钢号, 其允许正偏差为 0.003%。

### 5.3 锻造

的质量证明书。

确保锻件无缩孔及严重偏析等缺陷。

锻造比不得小于 3 (由连铸控钢不得小于 2)。

小于 1.6。

成形, 整个截面上的金属应锻透, 并宜锻至接近成

别的检验项目按表 2 的规定。I 级锻件仅适用于公

5.3.1 锻造使用的钢锭、钢坯或轧材应有熔炼单位

5.3.2 锻造使用的钢锭头尾应有足够的切除量, 以

5.3.3 采用钢锭或钢坯锻造时, 锻件主截面部分的

采用轧材锻造时, 锻件主截面部分的锻造比不得

5.3.4 锻件应在压机、锻锤或轧机上经热加工后

品零件的形状和尺寸。

#### 5.4 锻件级别

锻件分为 I、II、III、IV 四个级别, 每个级别



表 3

钢号	公称厚度 mm	热处理 状态	回火		拉伸试验			冲击试验		硬度试验
			温度 ℃		$R_m$ MPa	$R_{eL}$ MPa	A %	试验 温度 ℃	KV <sub>2</sub> J	HBW
			不低于							
20	≤100	N N+T	620		410 ~ 560	235	24	0	31	110 ~ 160
	>100 ~ 200		400 ~ 550		225	24				
	>200 ~ 300		380 ~ 530		205	24				
35	≤100	N N+T	590		510 ~ 670	265	18	20	34	136 ~ 192
	>100 ~ 300		480 ~ 630		245	18				
20MnMoNb	≤300	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>300 ~ 500		35CrMo		>300 ~ 500	Q+T				
20MnNiMo	≤500	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>500		15CrMo		>300 ~ 500	Q+T				
12Cr2Mo	≤300	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>300 ~ 500		12Cr2Mo1V		>300 ~ 500	Q+T				
12Cr2Mo1V	≤300	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>300 ~ 500		12Cr3Mo1V		>300 ~ 500	Q+T				
12Cr3Mo1V	≤300	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>300 ~ 500		1Cr5Mo		>300 ~ 500	Q+T				
1Cr5Mo	≤500	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>500		10Cr9Mo1VNb		>300 ~ 500	Q+T				
10Cr9Mo1VNb	≤500	N+T	620		620 ~ 790	440	15	0	41	Q+T
	>500		F4Cr1Mo		>300 ~ 500	Q+T				

注：如屈服现象不明显，屈服强度取  $R_{p0.2}$

5.7 外观质量

5.7.1 锻件经外观检查，应无肉眼可见的裂纹、夹层、折叠、夹渣等有害缺陷。如有缺陷，允许清除，但修磨部分应圆滑过渡，清除深度应符合以下规定。

5.7.1.1 清除深度应符合以下规定：当缺陷存在时，清除深度不应超过该处公称厚度的10%。

5.7.2 锻件形状尺寸和表面质量应满足订货图样的要求。

5.8 内部缺陷

5.8.1 锻件应保证不存在白点。

5.8.2 用超声检测锻件内部缺陷，锻件的超声检测质量等级按表4的规定。

表4

质量等级		锻件分类	超声检测质量	
			单个缺陷	底波降低
I	密集区缺陷	筒形锻件	用于筒节	I
			用于筒体端部法兰	III
		环形锻件	II	
II	饼形锻件	公称厚度 ≤ 200mm	III	IV
		公称厚度 > 200mm	IV	III
III	饼形锻件	碗形锻件	公称厚度 ≤ 200mm	III
			公称厚度 > 200mm	III
			长颈法兰锻件	III
IV	饼形锻件	条形锻件	公称厚度 ≤ 200mm	IV
			公称厚度 > 200mm	IV

5.9 焊补

5.9.1 35 和 35CrMo 钢锻件不允许焊补，其他钢号锻件允许进行焊补。

5.9.2 允许焊补的部位、深度和面积，焊补所采用的焊材、焊接工艺参数，对焊工资格的要求，焊补前后的无损检测方法和合格等级等事项由供需双方商定。

5.9.3 供方应向需方提供锻件焊补的部位、深度和面积的范围、焊材、焊接工艺参数、焊补后的无损检测的报告。

6 试验方法

6.1 化学分析

化学分析应按 GB/T 223 或 GB/T 4336 的规定。

6.2 硬度试验

硬度试验应按 GB/T 231.1 的规定。根据需要也可用其他方法。

6.3 拉伸试验

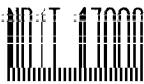
拉伸试验应按 GB/T 228 的规定。

6.4 冲击试验

冲击试验应按 GB/T 229 的规定。

6.5 超声检测

超声检测应按 JB/T 4730.3 的规定。



### 检验规则

- 7.1 锻件应由供方检验部门按订货合同进行检验。
- 7.2 化学分析用的试样按 GB/T 20066 的规定制取。每冶炼炉号取 1 个试样。
- 7.3 拉伸和冲击试样取样规则
- 7.3.1 取样数量
- 7.3.1.1 热处理单件重量小于或等于 3500kg 的锻件取一组试样（1 个拉伸、3 个冲击）。
- 7.3.1.2 热处理单件重量大于 3500kg 的锻件取两组试样（每组 1 个拉伸、3 个冲击），两组试样位

置应相距 180°。如锻件长度大于直径的 1.5 倍时，则应在锻件两端各取一组试样。

#### 7.3.2 取样方向

锻件（不含条形）宜取切向试样，当不能制取切向试样时，则取纵向或径向试样。条形锻件取纵向试样。

#### 7.3.3 取样部位

7.3.3.1 筒形锻件和饼形锻件的试样应在锻件的端部，从壁厚的一半处取（见图 2 a）和图 2 b）。

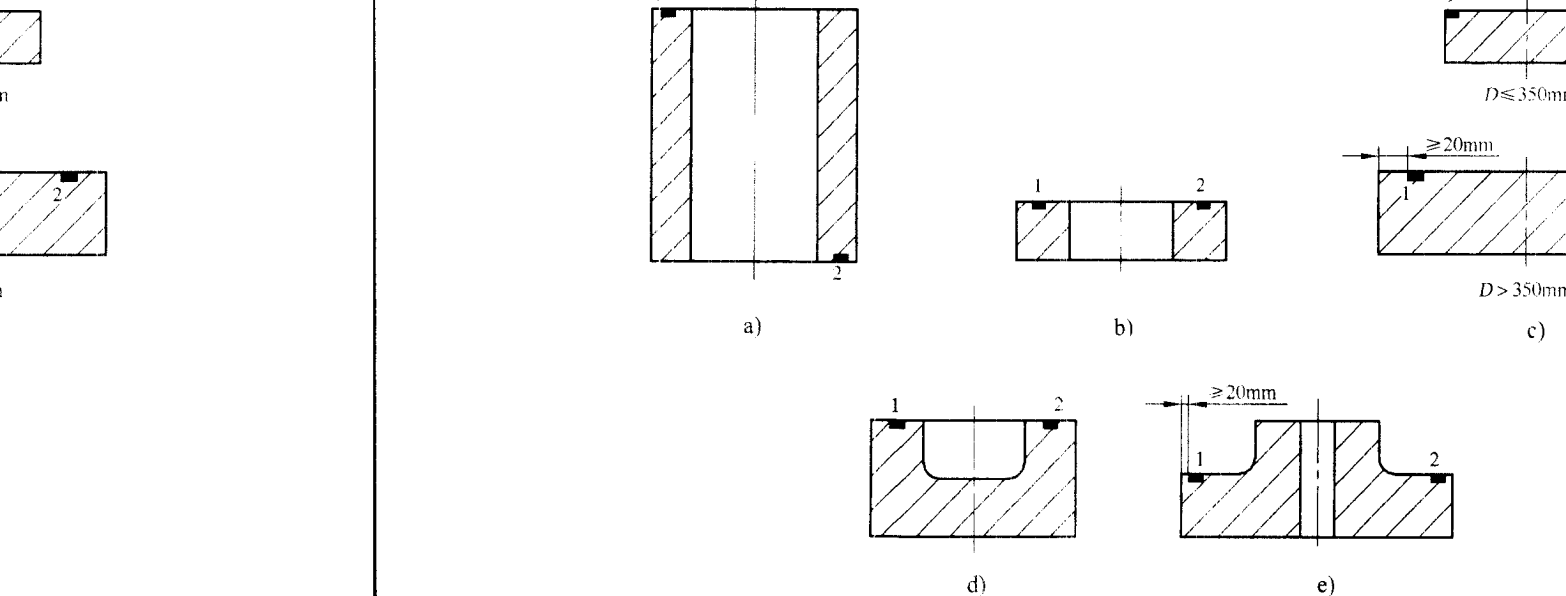
7.3.3.2 饼形锻件的试样应取自锻件的端部，饼形锻件直径小于或等于 350mm 时在外缘取，直径大于 350mm 时从距边缘等于或大于 20mm 处向里取，见图 2 c）。

7.3.3.3 碗形锻件的试样应在锻件的开口端，从壁厚的 1/2 处取（见图 2 d）。

7.3.3.4 长颈法兰锻件的试样应在锻件公称厚度部位（内表面面外）取（见图 2 e）。

7.3.3.5 条形锻件的试样应取自锻件的端部

7.3.3.6 除 IV 级锻件外，锻件的力学性能试样也可从同批号单独锻成的检验锻坯上制取。检验锻坯应与锻件有相同的锻造工艺、锻造比，其公称厚度应等于或大于锻件的公称厚度。



1——一组试样取样部位；1、2——两组试样取样部位

图 2

7.3.4 试样

7.3.4.1 拉伸试样应采用 GB/T 228 中的 R4 号 ( $d = 10\text{mm}$ ,  $L_0 = 50\text{mm}$ ) 试样。如受取样尺寸限制, 根据供需双方协议, 亦可采用 GB/T 228 中的 R7 号 ( $d = 5\text{mm}$ ,  $L_0 = 25\text{mm}$ ) 试样。

7.3.4.2 冲击试样应采用 GB/T 229 中的标准尺寸夏比 V 型缺口试样。

7.4 以硬度为验收依据的 I 级锻件, 在锻件的表面进行试验。

7.5 复验

7.5.1 需方需要复验时, 供方应提供需方复验的试料, 需方在收到锻件之日起 3 个月内为复验有效期。

7.5.2 拉伸试验不合格时, 可从被检验锻件原取样部位附近再取 2 个拉伸试样进行复验, 复验结果的所有数据均应符合表 3 的规定。

7.5.3 冲击试验不合格时, 可从被检验锻件原取样部位附近再取 2 个冲击试样进行复验, 复验结果的所有数据均应符合表 3 的规定。其中依据规定值 70% 的数据允许有 1 个。

7.5.4 当力学性能试验或复验不合格时, 允许对该批 (件) 锻件重新按处理措施进行检验, 但处理的次数不得超过 2 次, 且总次数不得超过 3 次。

8 标志和质量证明书

8.1 标志应打印在锻件的明显部位或需方指定的部位, 打印标志位置和方式应不影响使用。对小型锻件, 可在包装箱上贴标志。

8.2 标志应包含下列内容:

- a) 锻件制造厂名 (或代号);
- b) 标准编号;
- c) 钢号;
- d) 锻件级别;
- e) 批号。

8.3 锻件合格证, 应包含下列内容, 且其内容应:

- a) 锻件制造厂名;

- b) 订货合同号;
- c) 标准编号、钢号;
- d) 各项检验结果;
- e) 热处理曲线图;
- f) 合同上所规定的

锻件的最终

锻件级别、批号、锻件数量;  
检验单位和检验人员签章;  
(复印件);  
特殊要求的检验结果。

附录 A  
(规范性附录)  
附加要求

本要求仅当需方在订货合同中规定时才执行。可采用其中的一项或几项。附加要求的细则由供

需双方商定。

A.1 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

试验前全部试样坯料应在低应力态温度下进行制备过程中将要经透的焊后热处理或其他热处理。温度、保温时间和冷却速度等。

A.2 采用热缓冲环或环段进行热处理

锻件热处理前，将截面至少为  $t \times t$  ( $t$  为锻件的厚度) 的热缓冲环或环段采用焊接性良好的低碳钢或低合金钢。锻件热处理后切除热缓冲环或环段，试样当采用热缓冲环段时，试样应取自锻件上对应于热缓冲环段中间 1/3 弧长下的部位。试样位置应距锻件的热缓冲面至少 15mm，距锻件的热处理表面至少

A.3 高温拉伸试验

表 A.1 所列钢号的 III 级或 IV 级锻件可附加高温拉伸试验。屈服强度值应符合表 A.1 的规定。高温拉伸试验方法

A.4 晶粒度的测定

锻件的晶粒度合格级别由供需双方商定。晶粒度的测定方法应按 GB/T 6394 的规定。

A.5 非金属夹杂物的检验

锻件的非金属夹杂物合格级别由供需双方商定。非金属夹杂物的检验方法应按 GB/T 10561 的规定。

表 A.1

钢号	公称厚度 mm	在下列温度 (°C) 下的 $R_{p0.2}$ ( $R_{eL}$ ), MPa 不小于						
		200	250	300	350	400	450	500
20MnMo	≤300	305	295	285	275	260	240	—
	>300~500	290	280	270	260	245	225	—
	>500~700	280	270	260	250	235	215	—
20MnMoNb	≤300	405	395	385	370	355	335	—
	>300~500	405	395	385	370	355	335	—
20MnNiMo	≤500	395	385	380	370	355	335	—