

ICS 77.140.85

J 32

NR/T 47008-2010 (JB/T 4726)

代替 JB 4726—2000

承压设备用碳素钢和合金钢锻件

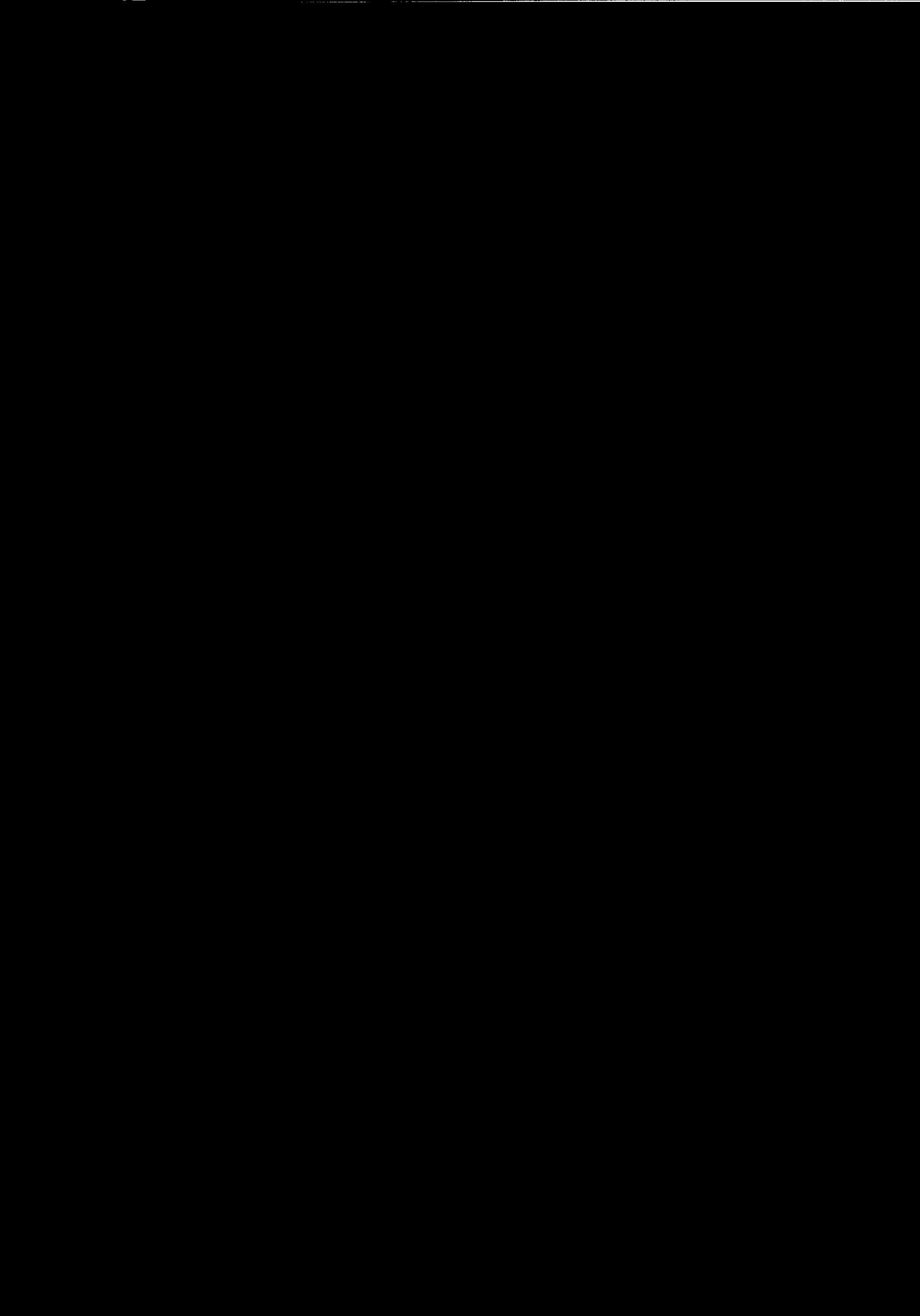
Carbon and alloy steel forgings for pressure vessels

2010-12-15 实施

2010-08-27 发布

局 发布

国家能源



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 25MPa 提高到不大于 100MPa；

—— 增加了 20MnNiMo、15NiCuMoNb 两个钢号；

—— 降低了大部分钢号的磷、硫含量；

—— 对 20 和 16Mn 两个钢号的锻件，增加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 的锻件。

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、无锡市法兰锻造有限公司、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、沈阳鼓风机集团、沈阳鼓风机集团、沈阳鼓风机集团。

本标准起草人：章小浒、秦晓钟、张勇、杨国义、张文辉、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) 提出并归口。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

—— JB 4726—1994；

—— JB 4726—2000。

中设备检测研究院、
、无锡市法兰锻造

张瑞、滕明德、许建平、陈志伟、

2) 负责解释。

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高于 20℃、设计压力小于 100 MPa 的承压设备用锻件。

2 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。凡是未注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 228	金属材料 室温拉伸试验方法 (ISO 6892:1998, (E))
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—标准评级图显微检验法 (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。

3.4

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。 t 和 H 中的小者为公称厚度。

公称厚度。

3.5

长颈法兰锻件

neck flange forging

轴向有两个外径的轴对称空心锻件, (如图 1-b) 所示。 t_1 和 t_2 中的大者为公称厚度。

条形锻件 bar forging

截面为矩形, 长度 L 均大于其两边长 a 、 b 的锻件, (如图 1-g) 所示。 a 和 b 中的大者为公称厚度。

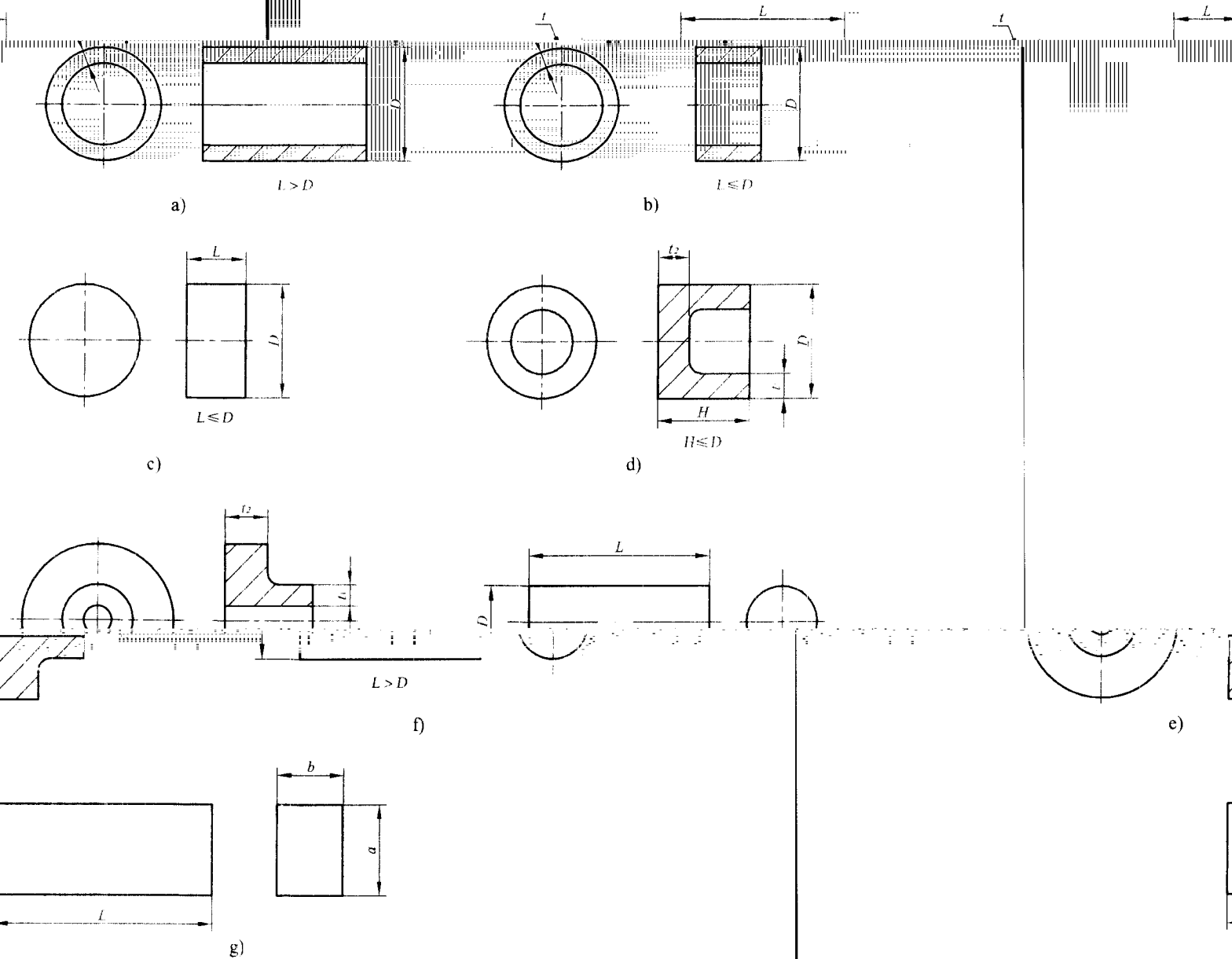


图 1

4 订货内容

4.1 需方应在订货合同中注明本标准编号、本标准规定的锻件级别、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, 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, 可采用电炉冶炼, 外加精炼等冶炼方法。

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 含量可为 P_{max} 0.025%、S_{max} 0.015%。

钢号	成分 (质量分数), %										
	C	Si	Mn	Ni	V	Nb	Ti	N	B	P	S
20MnMoNB	0.23	0.40	1.00	≤0.25	—	—	—	—	—	—	≤0.020
20MnNiMo	0.17	0.20~0.80	0.50~1.20	≤0.30	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.27	0.50	1.20	0.18~0.25	—	—	—	—	—	—	≤0.020
15NiCuMoNb	0.18	0.15~0.40	0.70	≤0.30	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.18	0.40	0.70	0.18~0.25	—	—	—	—	—	—	≤0.020
35CrMo	0.32	0.10~0.30	0.80	≤0.30	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.38	0.60	0.80	0.15~0.25	—	—	—	—	—	—	≤0.020
15CrMo	0.15	0.15~0.40	0.70	≤0.25	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.17	0.50~0.80	0.80	0.15~0.25	—	—	—	—	—	—	≤0.020
12Cr1MoV	0.15	0.30~0.60	0.60	≤0.50	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.17	0.80	0.80	0.25~0.45	—	—	—	—	—	—	≤0.020
14Cr1Mo	0.15	≤0.50	0.60	≤0.50	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.17	0.30~0.60	0.60	0.25~0.45	—	—	—	—	—	—	≤0.020
12Cr2Mo1	0.15	≤0.10	0.60	0.35~0.45	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.17	0.30~0.60	0.60	0.45~0.65	—	—	—	—	—	—	≤0.020
12Cr2Mo1V	0.15	≤0.10	0.60	0.65~1.10	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.17	0.30~0.60	0.60	0.90~1.10	—	—	—	—	—	—	≤0.020
12Cr3Mo1V	0.15	≤0.50	≤0.60	0.90~1.10	—	—	—	—	—	—	≤0.020
	0.17	0.20~0.50	0.60	0.90~1.10	—	—	—	—	—	—	≤0.020
1Cr5Mo	0.18~0.12	0.20~0.50	0.60	—	—	—	—	—	—	—	≤0.020
10Cr9Mo1VNb	0.17	0.40	1.50	≤0.30	—	—	—	—	—	—	≤0.020

钢号	C	Si	Mn
20	0.17	0.15~0.40	0.60~1.00
35	0.32	0.20~0.60	0.80~1.60
16Mn	0.13	0.15~0.40	1.10~1.40
20MnMo	0.23	0.15~0.40	1.30~1.60

5.2.3 需方可进行成品分析, 分析结果与表 1 规定的允许偏差值符合

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

表 1 中 P ≤ 0.020%

5.3 锻造

5.3.1 锻造使用的

5.3.2 锻造使用的

5.3.3 采用钢锭或

采用轧材锻造时,

5.3.4 锻件应在

品零件的形状和尺

5.4 锻件级别

锻件分为 I、

钢锭、钢坯或轧材应有熔炼单位的质量证明书。

钢锭头尾应有足够的切除量, 以确保锻件无缩孔及严重偏析等缺陷。

钢坯锻造时, 锻件主截面部分的锻造比不得小于 3 (中碳钢锻件不得小于 2)。

锻件主截面部分的锻造比不得小于 1.6。

在压机、锻锤或轧机上经热加工成形, 整个截面上的金属应锻透, 并宜锻至接近成尺寸。

II、III、IV 四个级别, 每个级别的检验项目按表 2 的规定。I 级锻件仅适用于公

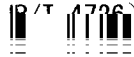


表 3

试验	硬度试验
KV ₂	HBW
J	不小于
31	110 ~ 160
34	136 ~ 192

钢号	公称厚度 mm	热处理 状态	回火	拉伸试验			冲击试验	
			温度 ℃	R _m MPa	R _{eL} MPa	A %	试验 温度 ℃	
20	≤100	N N+T	620	不低于	410 ~ 560	235	24	0
	>100 ~ 200			400 ~ 550	225	24		
	>200 ~ 300			380 ~ 530	205	24		
35	≤100	N	590	不低于	510 ~ 670	265	18	20
	>100 ~ 200			480 ~ 630	305	20		
6Mn	>100 ~ 200	N	620	470 ~ 620	295	20	20	
20MnMo	>200 ~ 300	Q+T	620	不低于	450 ~ 600	275	20	18
	>300 ~ 500			530 ~ 700	370	18		
	>500 ~ 700			510 ~ 680	350	18		
20MnMoNb	≤300	Q+T	630	不低于	620 ~ 790	470	18	20
>300 ~ 500	610 ~ 780			460				
20MnNb	≤500	Q+T	620	620 ~ 790	450	18	20	
20MnMoNb	≤500	Q+T	620	610 ~ 780	470	18	20	
5CrMo	≤300	Q+T	620	不低于	480 ~ 640	280	20	20
>300 ~ 500	470 ~ 630			270				
5CrMo	≤300	Q+T	620	470 ~ 630	280	20	20	
5CrMo	>300 ~ 500	Q+T	620	470 ~ 630	270	20	20	
6CrMo	≤300	Q+T	620	470 ~ 630	280	20	20	
6CrMo	>300 ~ 500	Q+T	620	470 ~ 630	270	20	20	
8CrMo	≤300	Q+T	620	470 ~ 630	280	20	20	
8CrMo	>300 ~ 500	Q+T	620	470 ~ 630	270	20	20	
10CrMo9Ni	≤500	Q+T	620	590 ~ 760	420	8	20	

注：如层状现象不明显，屈服强度取R_{eL}

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。

- a) 当缺陷存在于非机械加工表面时，清除深度不得超过该处原尺寸的偏差。
- b) 当缺陷存在于机械加工表面时，清除深度不得超过该处原尺寸的15%。

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

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

5.9 焊补

5.9.1 15Mn、16Mn、16MnR钢锻件不允许焊补，其他钢锻件允许进行焊补。

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 and 合格等级等事项由供需双方商定。

5.9.3 焊补前应要求提供焊补部位的深度和面积检测报告。

6 试验方法

GB/T 4336的规定。仲裁试验应按GB/T 228的规定。

的规定。根据需要使用其他方法测定。

的规定。

的规定。

的规定。

6.1 化学分析

化学分析应按GB/T 228的规定。

6.2 硬度试验

硬度试验应按GB/T 231的规定。

6.3 拉伸试验

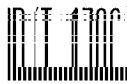
拉伸试验应按GB/T 228的规定。

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、
- 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

置间隔: 300mm。如锻件长度大于直径的 1.5 倍时, 则在锻件两端各取一组试

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, 则取纵向或取纵向试样。

7.3.3 取样部位

7.3.3.1 筒形锻件和厚环锻件的试样应取锻件的端部, 从厚度的 1/2 处取

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直径大于 350mm 时从距边缘等于或大于 20mm 处向里取样, 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 处取样, 同

7.3.3.4 长颈法兰锻件的试样应在锻件公称厚度部位距外缘等于或大于 20mm 处向里(或从全块内表面向外)取样, 见图 2 e)。

形锻件的试样应取自锻件的端部, 从壁厚 1/4 公称厚度处取样。

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, 并同炉热处理。

3 个冲击)。两组试样位
个冲击), 两组试样位
组试样。
或径向试样。条形锻件宜
取纵向试样。
350mm 时在外缘取样, 直

图 2 d)
形锻件的试样应取自锻件的端部, 从壁厚 1/4 公称厚度处取样。

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, 并同炉热处理。

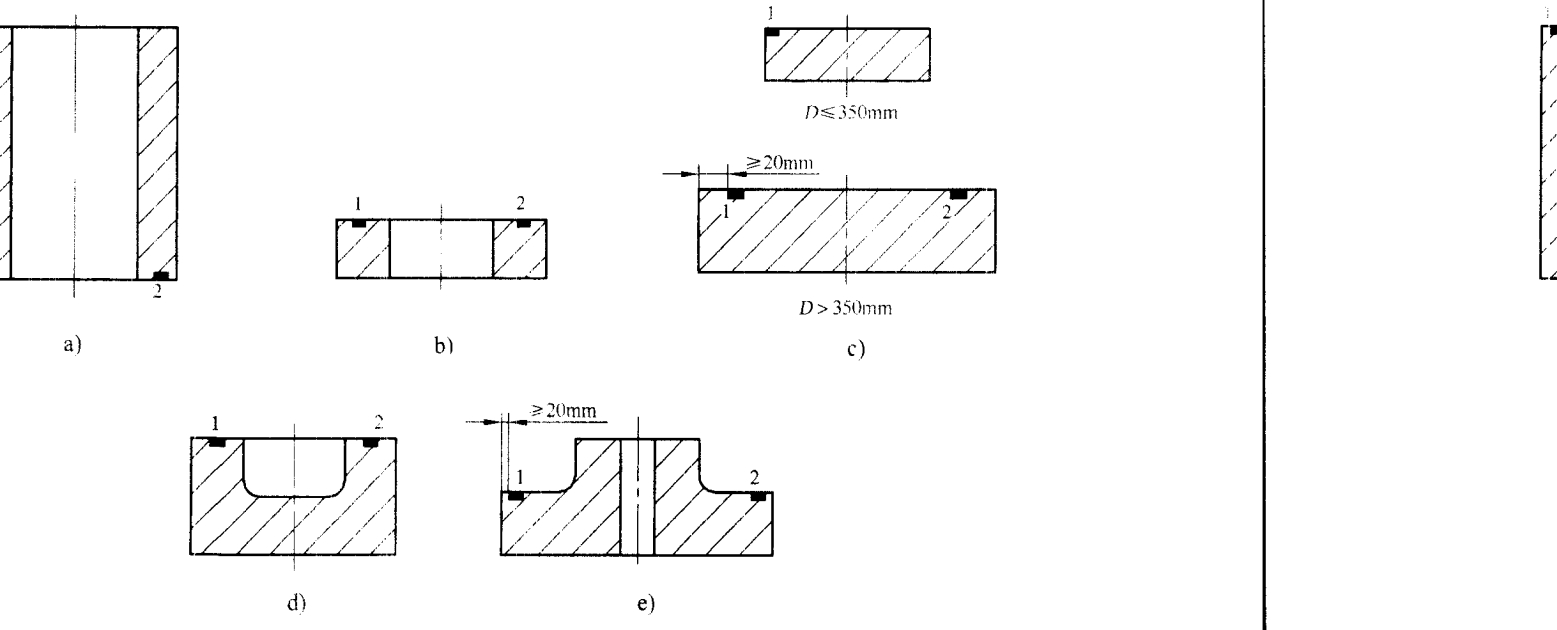


图 2 试样取样部位: 1、2 两组试样取样部位

($d=10\text{mm}$, $L_0=50\text{mm}$) 试样。如受取样尺寸限制,
号 ($d=5\text{mm}$, $L_0=25\text{mm}$) 试样。

7.3.4 试样
7.3.4.1 拉伸试样应采用 GB/T 228 中的 R4 号。
根据供需双方协议,亦可采用 GB/T 228 中的 R7

锻件之日起 3 个月以内复验者

7.4 以硬度为验收依据的 II 级锻件,可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
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
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,需方应给供方提供原锻件加工后
件方可使用。供方应提供合格品。合格品按合格品

数值 10% 的数据只允许有一个。

能试验或复验不合格时,允许对该批 (件) 锻件重新热处理后
超过 2 次 (且次数不计)。

定值,其中低屈服规

7.5.4 当锻件在
热处理的次数不得

8 标志和质量证明

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锻件的最终
可在包装箱上贴标志。

8.1 标志应打印在

使用。对小型锻件

8.2 按本标准检验合格交货的锻件应有下列标志:

- 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 锻件交货时,应附有质量证明书,其内容应包括:

- a) 锻件制造厂名;
- b) 订货合同号;
- c) 标准编号、钢号、锻件级别、批号、锻件数量、重量、热处理曲线图;
- d) 各项检验结果,检验单位和检验人员签章;
- e) 热处理曲线图 (复印件);
- f) 合同上所规定的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于临界温度下进行一次或多次热处理，目的是模拟锻件在随后容器制造过程中将要经受的焊后热处理或其他热处理。需方应向供方提供详细的热处理规范要求，包括温度、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 为锻件的公称厚度) 的热缓冲环或截面至少为 $t \times t$ 、弧长至少为 $2.5t$ 的弧长不小于的边长焊接在锻件的取样的端面上。热缓冲环或环段应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。试样取自锻件上被热缓冲环或环段所热缓冲的区域。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约 $1/3$ 弧长下的部位。试样位置应距锻件的热缓冲环段边缘至少为 $2.5t$ 。热缓冲环或环段的弧长应不小于 $2.5t$ 。

A.3 高温拉伸试验

表 A.1 所列等级的 II 级或 IV 级锻件可进行高温拉伸试验。试验温度在合同中注明，锻件的高温屈服强度值应符合表 A.1 的规定。高温拉伸试验方法应按 GB/T 4338 的规定。

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	—

300	370	360	350	335	320	295	—	35CrMo	≤	
>300~500	370	360	350	335	320	295	—		>300	
300	—	—	200	190	180	170	160	15CrMo	≤	
>300~500	—	—	190	180	170	160	150		>300	
Cr1MoV	≤300	—	—	—	200	190	180	170	12Cr1Mo	≤300
>300~500	—	—	—	—	190	180	170	160		>300~500
220	210	200	190	175	—	—	—	14Cr1Mo	≤300	
200	190	180	170	—	—	—	—		>300~500	
235	225	215	205	195	185	175	165	12Cr2Mo1	≤300	
350	340	325	—	—	—	—	—		>300~500	
345	335	320	—	—	—	—	—	12Cr2Mo1V	≤300	
350	340	325	—	—	—	—	—		>300~500	
345	335	320	—	—	—	—	—	12Cr3Mo1V	≤300	
—	—	—	—	—	—	—	—		>300~500	