

ICS 77.140.85

J 32

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47008—2017

代替 NB/T 47008—2010、JB/T 9626—1999

承压设备用碳素钢和合金钢锻件

Carbon and alloy steel forgings for pressure equipment

2017-03-28 发布

2017-08-01 实施

国家能源局 发布



目 次

前言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 订货内容	7
5 技术要求	7
6 试验方法	13
7 检验规则	14
8 标志和质量证明书	15
附录 A (资料性附录) 锅炉配套阀门和专用构件用锻件	17
附录 B (规范性附录) 附加要求	19
附录 C (资料性附录) 高温力学性能	21



前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 NB/T 47008—2010《承压设备用碳素钢和合金钢锻件》，并纳入 JB/T 9626—1999《锅炉锻件 技术条件》的有关内容。与 NB/T 47008—2010 相比，主要技术变化如下：

- 增加了 12CrMo、30CrMo、10Cr9MoW2VNbBN、09CrCuSb、08Cr2AlMo 等 5 个钢锻件牌号，以及超高压容器用 35CrNi3MoV、36CrNi3MoV 等 2 个钢锻件牌号；
- 取消了范围中关于设计压力和设计温度的内容；
- 细化了订货内容的相关要求；
- 增加了低倍检验要求；
- 增加了金相检验要求；
- 提高了钢锻件超声检测质量等级；
- 增加了抗氢致开裂（HIC）试验要求；
- 修改了进行焊补的允许准则；
- 增加了 25、25Cr2MoV、25Cr2Mo1V、20Cr1Mo1VNbTiB、20Cr1Mo1VTiB、38CrMoAl 等 6 个牌号配套阀门和专用构件用锻件；
- 增加了常用锻件钢的高温力学性能表。

本标准附录 A、附录 C 为资料性、附录附录 B 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、中国特种设备检测研究院、上海发电设备成套设计研究院、中国第一重型机械集团、大连金州重型机器厂、张家港海锅新能源装备股份有限公司、大石桥市石化机械锻造厂（普通合伙）、中国石化工程建设有限公司、无锡宏达重工股份有限公司、上海锅炉厂有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、哈尔滨锅炉厂有限责任公司。

本标准主要起草人：章小浒、杨国义、张勇、张瑞、张显、张文辉、盛雪华、陈志伟、张庆祥、王金光、张伟东、杨华春、谭舒平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB 4726—1994；
- JB/T 9626—1999；
- JB 4726—2000；
- NB/T 47008—2010。



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术语和定义、订货内容、技术要求、试验方法、检验规则以及标志和质量证明书等。

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（适用部分）
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 228.2	金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法
GB/T 229	金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
GB/T 231.1	金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
GB/T 4336	碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 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 8650	管线钢和压力容器钢抗氢致开裂评定方法
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
GB/T 13298	金属显微组织检验方法
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）
NB/T 47013.3	承压设备无损检测 第3部分：超声检测
NB/T 47013.4	承压设备无损检测 第4部分：磁粉检测
NB/T 47013.5	承压设备无损检测 第5部分：渗透检测

3 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。 t 为公称厚度。

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。 L 和 t 中的小者为公称



厚度。

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**

截面呈凹形且轴向长度 H 小于或等于其外径 D 的轴对称锻件，如图 1 d) 所示。 t_1 和 t_2 中的大者为公称厚度。

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 e) 所示。 t_1 和 t_2 中的大者为公称厚度。

3.6

条形锻件 **bar forging**

截面为圆形，轴向长度 L 大于其外径 D 的实心锻件，如图 1 f) 所示。 D 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，如图 1 g) 所示。 a 和 b 中的小者为公称厚度。

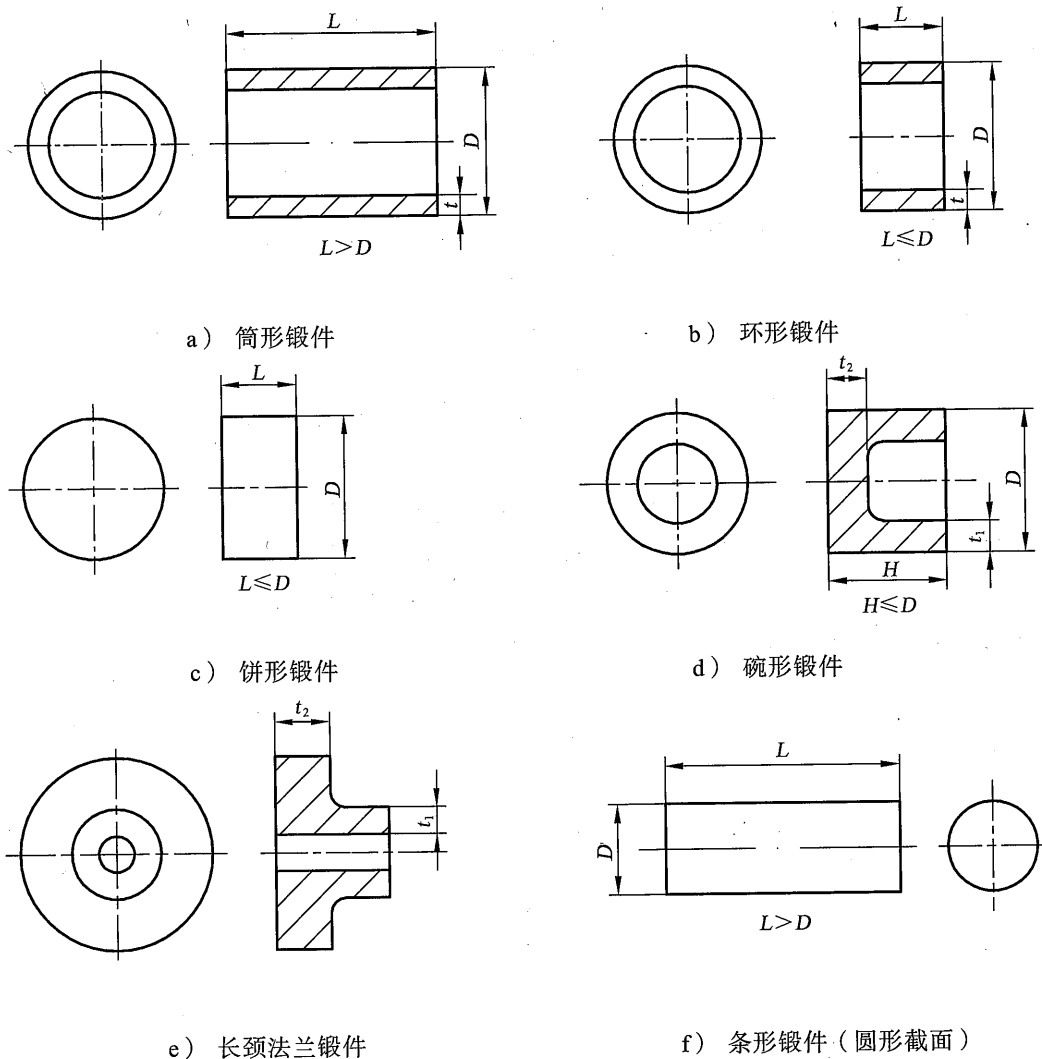
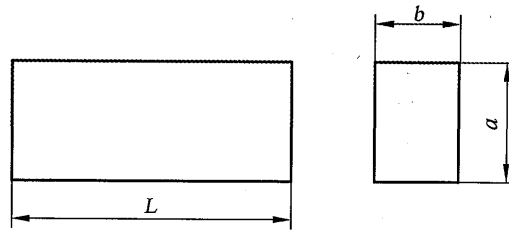


图 1 锻件形状示意图





g) 条形锻件（矩形截面）

图 1（续）

4 订货内容

采用本标准的订货合同应包括以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 订货图样；
- c) 标准编号；
- d) 材料牌号；
- e) 锻件级别；
- f) 数量（或质量）；
- g) 交货状态（包括热处理和表面要求）；
- h) 无损检测要求；
- i) 附加技术要求。

5 技术要求

5.1 冶炼方法

锻件用钢应是采用电炉或氧气转炉冶炼并经炉外精炼的镇静钢，经供需双方协商，可采用电渣重熔等冶炼方法。

5.2 化学成分

5.2.1 熔炼分析

5.2.1.1 锻件用钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表 1 的规定。

5.2.1.2 配套阀门和专用构件锻件用钢的牌号和化学成分可参照附录 A。

5.2.1.3 根据需方要求，并在合同中注明，表 1 中 35 钢的 P、S 含量可为 $P \leq 0.025\%$ 、 $S \leq 0.015\%$ 。

5.2.2 成品分析

5.2.2.1 需方可进行成品分析，分析结果与表 1 规定值的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

5.2.2.2 表 1 中 $P \leq 0.020\%$ 的牌号，其成品分析磷含量允许正偏差为 0.003%； $S \leq 0.010\%$ 的牌号，其成品分析硫含量允许正偏差为 0.002%。



表 1 (续)

钢 类	序 号	材料牌号	化学成分 (质量分数) /%																
			C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	V	Nb	Ti	Al _t	N	B	W	Sb	P	S
	14	12Cr2Mo1	≤0.15	≤0.50	0.30~ 0.60	2.00~ 2.50	0.90~ 1.10	≤0.30	≤0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	≤0.020	≤0.010
	15	12Cr2Mo1V	≤0.15	≤0.10	0.30~ 0.60	2.00~ 2.50	0.90~ 1.10	≤0.30	≤0.20	0.25~ 0.35	≤0.070	≤0.030	—	≤0.0020	—	—	—	≤0.010	≤0.005
	16	12Cr3Mo1V	≤0.15	≤0.10	0.30~ 0.60	2.70~ 3.30	0.90~ 1.10	≤0.30	≤0.20	0.20~ 0.30	—	0.015~ 0.035	—	0.0010~ 0.0030	—	—	—	≤0.012	≤0.005
	17	12Cr5Mo	≤0.15	≤0.50	≤0.60	4.00~ 6.00	0.45~ 0.65	≤0.50	≤0.20	—	—	—	—	—	—	—	≤0.025	≤0.015	
	18	10Cr9Mo1VNbN	0.08~ 0.12	0.20~ 0.50	0.30~ 0.60	8.00~ 9.50	0.85~ 1.05	≤0.40	≤0.20	0.18~ 0.25	0.06~ 0.10	Ti≤0.010 Zr≤0.010	≤0.020	—	—	—	≤0.020	≤0.010	
	19	10Cr9MoW2VNbBN	0.07~ 0.13	≤0.50	0.30~ 0.60	8.50~ 9.50	0.30~ 0.60	≤0.40	≤0.20	0.15~ 0.25	0.04~ 0.09	Ti≤0.010 Zr≤0.010	≤0.020	0.030~ 0.070	0.0010~ 0.0060	1.50~ 2.00	—	≤0.020	≤0.010
	20	30CrMo ^c	0.27~ 0.33	0.15~ 0.40	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.15~ 0.25	≤0.30	≤0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	≤0.025	≤0.015
	21	35CrMo ^c	0.32~ 0.38	0.15~ 0.40	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.15~ 0.25	≤0.30	≤0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	≤0.025	≤0.015
	22	35CrNi3MoV	0.30~ 0.40	0.10~ 0.35	0.20~ 0.80	0.50~ 1.20	0.40~ 0.70	2.50~ 3.30	≤0.20	0.10~ 0.25	—	—	—	—	—	—	—	≤0.012	≤0.005
	23	36CrNi3MoV	0.32~ 0.42	≤0.37	0.20~ 0.80	1.20~ 1.50	0.35~ 0.45	3.00~ 3.50	≤0.20	0.10~ 0.25	—	—	—	—	—	—	—	≤0.012	≤0.005

^a 残余元素含量: Cr≤0.25%, Ni≤0.30%, Cu≤0.20%。

^b 残余元素含量: Cr≤0.30%, Ni≤0.30%, Cu≤0.20%。

^c 双方协商, 30CrMo、35CrMo 镍含量上限可以达到 0.50%。



5.3 锻造

5.3.1 锻造用钢锭、钢坯或轧材应有熔炼单位的质量证明书。

5.3.2 采用钢锭锻制时，钢锭头尾应有足够的切除量，确保无缩孔、疏松、裂纹、严重偏析等影响锻造质量的缺陷。

5.3.3 采用钢锭、钢坯或连铸坯锻造时，锻件主截面部分的锻造比不得小于3，采用轧材锻造时，锻件主截面部分的锻造比不得小于1.6。

5.4 锻件级别

5.4.1 锻件分为I、II、III和IV四个级别，每个级别的检查项目和检验数量应符合表2的规定。

5.4.2 I级锻件仅适用于公称厚度小于或等于100mm的20、35和16Mn钢锻件。

表2 锻件级别、检验项目和检验数量

锻件级别	检验项目	检验数量
I	硬度 (HBW)	逐件检验
II	拉伸和冲击 (R_m 、 R_{eL} 、 A 、 KV_2)	同冶炼炉号、同炉热处理，锻造工艺、锻造比和公称厚度相近的锻件组成一批，每批抽检公称厚度最大的一件，
III	拉伸和冲击 (R_m 、 R_{eL} 、 A 、 KV_2)	
	超声检测	逐件检验
IV	拉伸和冲击 (R_m 、 R_{eL} 、 A 、 KV_2)	逐件检验
	超声检测	逐件检验

5.5 交货状态

5.5.1 锻件按表3中规定的热处理状态交货。热处理状态的代号为：N——正火（双方协商，允许加速冷却）、Q——淬火、T——回火。

5.5.2 供方改变热处理状态时，应征得需方同意。

5.5.3 锻件表面应经机加工，使表面状况满足无损检测要求。

5.6 力学性能

5.6.1 成品锻件的力学性能应符合表3的规定。其他配套阀门和专用构件锻件的力学性能可参照附录A。

5.6.2 硬度试验的三次测定值均不得超过表3规定的范围。

5.6.3 夏比V型缺口冲击吸收能量值为3个冲击试样试验结果的算术平均值，允许1个试样的冲击吸收能量值小于规定值，但不得小于规定值的70%。

5.6.4 根据需方要求，并在合同中注明，20、16Mn和20MnMo钢锻件可进行-20℃冲击试验，代替表3中的0℃冲击试验。-20℃冲击吸收能量值仍应符合表3的规定。

5.6.5 根据需方要求，并在合同中注明，锻件可进行高温拉伸试验。试验温度双方协商，试验结果应符合附录C的规定。



表3 锻件力学性能

材料牌号	公称厚度 mm	热处理 状态	回火 温度 ℃	拉伸性能			冲击吸收能量		硬度 HBW
				R_m /MPa	R_{eL} /MPa	A /%	试验 温度 ℃	KV_2 /J	
			不低于		不小于			不小于	
20	≤100	N N+T	620	410~560	235	24	0	34	110~160 ^a
	>100~200			400~550	225				
	>200~300			380~530	205				
35	≤100	N N+T	590	510~670	265	18	20	41	136~192
	>100~300			490~640	245				
16Mn	≤100	N N+T Q+T	620	480~630	305	20	0	41	128~180 ^a
	>100~200			470~620	295				
	>200~300			450~600	275				
08Cr2AlMo	≤200	N+T	680	400~540	250	25	20	47	—
09CrCuSb	≤200	N	—	390~550	245	25	20	34	—
20MnMo	≤300	Q+T	620	530~700	370	18	0	47	—
	>300~500			510~680	350				
	>500~850			490~660	330				
20MnMoNb	≤300	Q+T	630	620~790	470	16	0	47	—
	>300~500			610~780	460				
20MnNiMo	≤500	Q+T	620	620~790	450	16	-20	47	—
15NiCuMoNb	≤500	N+T Q+T	640	610~780	440	17	20	47	185~255 ^b
12CrMo	≤100	N+T Q+T	620	410~570	255	21	20	47	121~174 ^b
15CrMo	≤300	N+T Q+T	620	480~640	280	20	20	47	118~180 ^b
	>300~500			470~630	270				115~178 ^b
12Cr1MoV	≤300	N+T Q+T	680	470~630	280	20	20	47	118~195 ^b
	>300~500			460~620	270				115~195 ^b
14Cr1Mo	≤300	N+T Q+T	620	490~660	290	19	20	47	—
	>300~500			480~650	280				
12Cr2Mo1	≤300	N+T Q+T	680	510~680	310	18	20	47	125~180 ^b
	>300~500			500~670	300				
12Cr2Mo1V	≤300	N+T Q+T	680	590~760	420	17	-20	60	—
	>300~500			580~750	410				



表 3 (续)

材料牌号	公称厚度 mm	热处理 状态	回火 温度 ℃	拉伸性能			冲击吸收能量		硬度 HBW
				R_m /MPa	R_{eL} /MPa	A /%	试验 温度 ℃	KV_2 /J	
			不低于		不小于			不小于	
12Cr3Mo1V	≤300	N+T Q+T	680	590~760	420	17	-20	60	—
	>300~ 500			580~750	410				
12Cr5Mo	≤500	N+T Q+T	680	590~760	390	18	20	47	—
10Cr9Mo1VNbN	≤300	N+T Q+T	740	585~755	415	18	20	47	185~250 ^b
10Cr9MoW2VNbBN	≤300	N+T Q+T	740	620~790	440	18	20	41	185~250 ^b
30CrMo	≤300	Q+T	580	620~790	440	15	0	41	—
35CrMo	≤300	Q+T	580	620~790	440	15	0	41	—
	>300~ 500			610~780	430				
35CrNi3MoV ^c	≤300	N+Q+T	540	1070~ 1230	960	16	-20	47	—
36CrNi3MoV ^c	≤300	N+Q+T	540	1000~ 1150	895	16	-20	47	—

注：如屈服现象不明显，屈服强度取 $R_{p0.2}$ 。

^a 锅炉受压元件用 20 和 16Mn 各等级锻件硬度值 (HBW, 逐件检验) 应符合上述规定。

^b 锅炉受压元件用各等级锻件硬度值 (HBW) 应符合上述规定。

^c 侧向膨胀量 (LE) ≥ 0.53 mm; 考虑环境温度时, 冲击试验温度可为 -40 ℃。

5.7 低倍检验

根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 锻件可进行低倍检验。锻件低倍检验截面酸浸试片上, 不得有目视可见的裂纹、白点等缺陷。

5.8 金相检验

根据需方要求, 并在合同中注明, 锻件可进行金相检验。锻件的检验项目 (晶粒度、非金属夹杂物和显微组织等) 和合格级别, 由供需双方协商。

5.9 无损检测

5.9.1 锻件内部缺陷采用超声检测, 其质量等级按表 4 规定。

5.9.2 根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 可增加其他无损检测 (如磁粉、渗透等无损检测)。

5.10 抗氢致开裂 (HIC) 试验

根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 可参照附录 B.7 进行抗氢致开裂试验。



表 4 锻件超声检测质量等级

锻件分类		超声检测质量等级			
		单个缺陷	底波降低量	密集区缺陷当量直径	密集区缺陷面积比
筒形锻件	用于筒节	II	I	II	II
	用于筒体端部法兰	III	II	II	II
环形锻件		II	II	II	II
饼形锻件		III	II	II	III
碗形锻件		III	II	II	II
长颈法兰锻件		III	II	II	II
条形锻件		III	II	II	II

5.11 外观质量

5.11.1 锻件形状、尺寸和表面质量应满足订货图样的要求。

5.11.2 锻件外表面应无肉眼可见的裂纹、夹层、折叠、夹杂等有害缺陷。

5.11.3 锻件外表面缺陷可采用机械加工或打磨的方法清除。修磨部分应圆滑过渡，修磨深度应符合以下规定：

- a) 非机械加工表面，修磨深度应不超过该处公称尺寸下偏差；
- b) 机械加工表面，修磨深度应不超过该处厚度裕量的 75%。

5.12 焊补

5.12.1 钢锻件未经需方同意不允许进行焊补。

5.12.2 经需方同意，钢锻件的焊补应符合相关法规标准的规定。焊补的部位、深度、面积，焊材、焊接工艺，焊工资格要求，焊补前后无损检测方法和合格等级等，由供需双方协商。

5.12.3 供方应向需方提供锻件焊补的部位、深度和面积的简图，焊接材料、焊接工艺参数及无损检测报告等资料。

5.13 附加要求

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可增加附录 B 的其他检验项目。

6 试验方法

6.1 化学分析

化学分析按 GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124 的规定。仲裁试验按 GB/T 223 的规定。

6.2 拉伸试验

室温拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定，高温拉伸试验按 GB/T 228.2 的规定。

6.3 冲击试验

冲击试验按 GB/T 229 的规定。

6.4 硬度试验

硬度试验按 GB/T 231.1 进行。



6.5 低倍检验

低倍检验按 GB/T 226 的规定。

6.6 金相检验

晶粒度检验按 GB/T 6394 规定,非金属夹杂物检验按 GB/T 10561 中 A 法评级,显微组织检验按 GB/T 13298 的规定。

6.7 超声检测

超声检测按 NB/T 47013.3 的规定。

6.8 外观检验

锻件的外观检验应在充分照明的条件下目视检验。

7 检验规则

7.1 检验

锻件的检验由供方检验部门进行。

7.2 试样要求

7.2.1 化学分析试样按 GB/T 20066 的规定制取。

7.2.2 拉伸试样采用 GB/T 228.1 中的 R4 号试样。如受取样尺寸限制,根据供需双方协议,也可采用 GB/T 228.1 中的 R7 号试样。

7.2.3 冲击试验试样采用 GB/T 229 中的标准尺寸夏比 V 型缺口试样。

7.2.4 I 级锻件的硬度试验可在经粗加工的锻件毛坯表面,且在图 2 示意的取样部位进行;其他级别锻件的硬度试验试样按 GB/T 231.1 的规定制取。

7.3 取样数量

7.3.1 化学分析

化学分析按每冶炼炉号取 1 个试样。

7.3.2 拉伸和冲击

7.3.2.1 热处理单件质量小于或等于 3 500kg 的锻件取 1 组试样(1 个室温拉伸、3 个冲击)。

7.3.2.2 热处理单件质量大于 3 500kg 的锻件取 2 组试样(每组 1 个室温拉伸、3 个冲击),2 组试样位置间隔 180°。如锻件长度大于直径的 1.5 倍,则应在锻件两端且间隔 180°各取 1 组试样。

7.3.3 低倍检验

低倍检验按每批取 1 个试样。

7.3.4 金相检验

金相检验按每批取 1 个试样。

7.4 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。条形锻件宜取纵向试样。

7.5 取样部位

7.5.1 筒形锻件和环形锻件的试样应取自锻件的端部,从壁厚的 1/2 处取样,见图 2 a) 和图 2 b)。

7.5.2 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 时在外缘取样,直径大于 350mm 时从距边缘大于或等于 20mm 处向里取样,见图 2 c)。

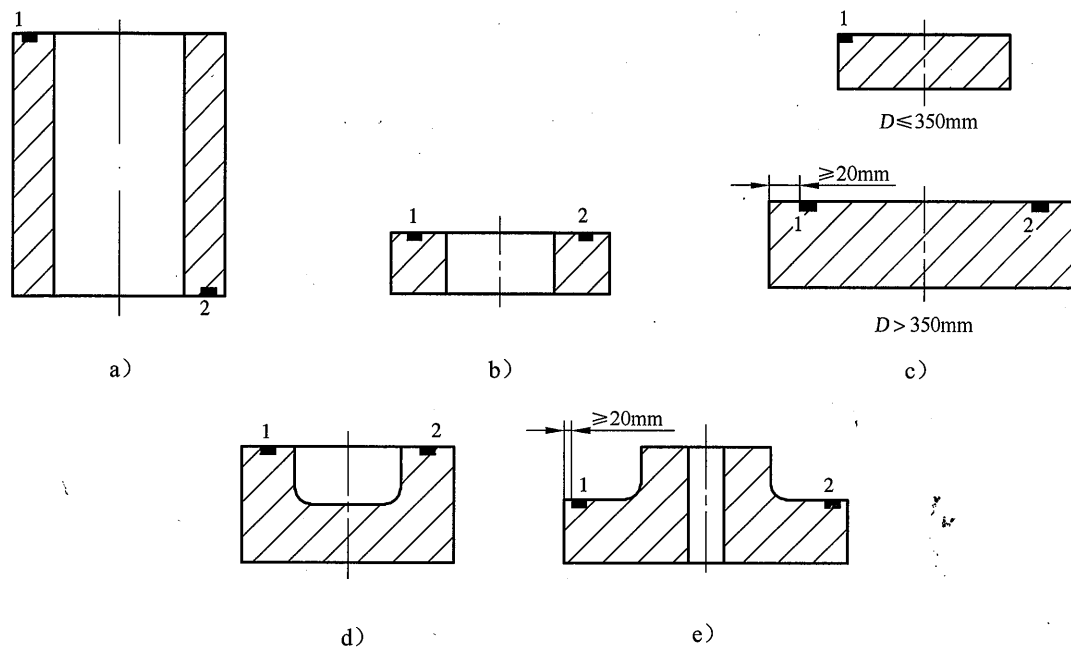
7.5.3 碗形锻件的试样应在锻件的开口端,从壁厚的 1/2 处取样,见图 2 d)。



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

7.5.5 条形锻件的试样应取自锻件的端部，从距表面 1/4 公称厚度处取样。

7.5.6 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、厚度应大于或等于锻件的公称厚度，并同炉热处理。



说明：

1——1 组试样取样部位；

1、2——2 组试样取样部位。

图 2 试样取样部位示意图

7.6 复验

7.6.1 需方需要复验时，供方应提供需方复验的试料，复验有效期双方协商。

7.6.2 拉伸试验结果不合格时，可从被检验锻件原取样部位附近取双倍拉伸试样进行复验，复验结果的所有数据均应符合表 3 的规定。

7.6.3 冲击试验结果不合格时，可从被检验锻件原取样部位附近再取 3 个冲击试样进行复验，合格条件为前后两组共 6 个试样的试验数据算术平均值不得小于表 3 的规定，允许有 2 个试验数据小于规定值，其中小于规定值 70% 的数据只允许有 1 个。

7.6.4 当力学性能试验或复验不合格时，允许对该批（件）锻件重新热处理后进行检验，但重新热处理的次数不得超过 2 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锻件的最终使用。对小型锻件，可在包装箱上贴标志。

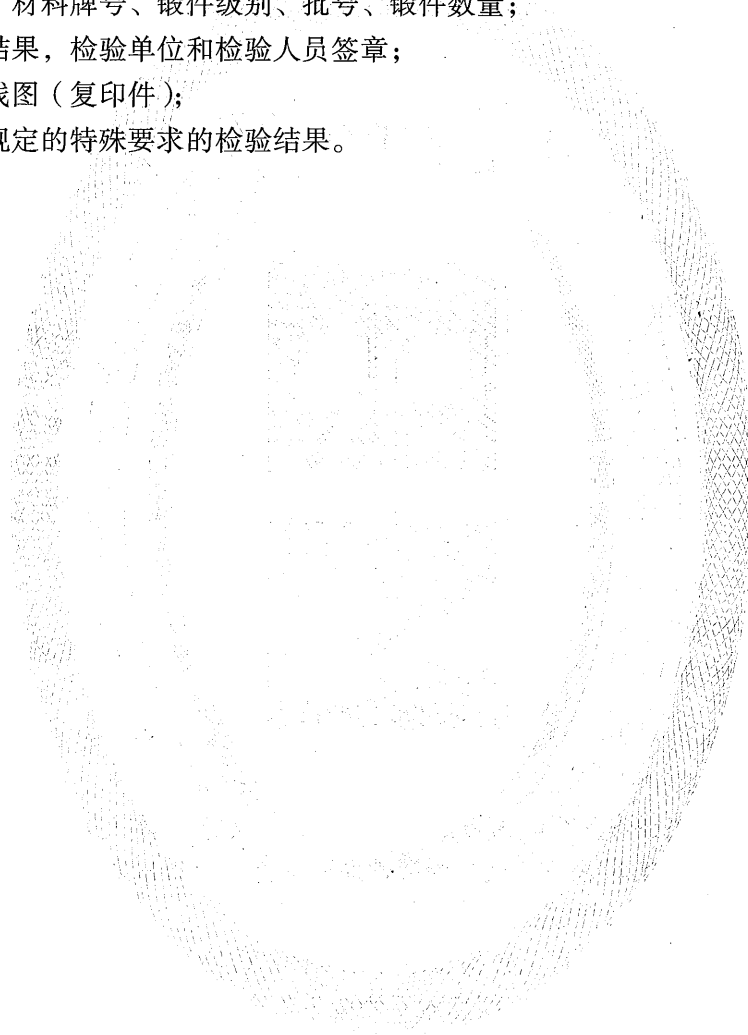
8.2 按本标准检验合格交货的锻件应有下列标志：



- a) 制造单位(或代号);
- b) 标准编号;
- c) 材料牌号;
- d) 锻件级别;
- e) 批号。

8.3 锻件交货时,应附有质量证明书,其内容包括:

- a) 锻件制造单位;
- b) 订货合同号;
- c) 标准编号、材料牌号、锻件级别、批号、锻件数量;
- 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
(资料性附录)

锅炉配套阀门和专用构件用锻件

表 A.1 牌号和化学成分 (熔炼分析)

序号	材料牌号	化学成分 (质量分数) %													
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Cu	V	Nb	Ti	Al _t	B	P	S
1	25	0.22~ 0.29	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	≤0.25	—	≤0.30	≤0.25	—	—	—	—	—	≤0.030	≤0.020
2	25Cr2MoV	0.22~ 0.29	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	1.50~ 1.80	0.25~ 0.35	—	≤0.25	0.15~ 0.30	—	—	—	—	≤0.025	≤0.015
3	25Cr2Mo1V	0.22~ 0.29	0.17~ 0.37	0.50~ 0.80	2.10~ 2.50	0.90~ 1.10	—	≤0.25	0.30~ 0.50	—	—	—	—	≤0.025	≤0.015
4	20Cr1Mo1VNbTiB	0.17~ 0.23	0.40~ 0.60	0.40~ 0.65	0.90~ 1.30	0.75~ 1.00	≤0.30	≤0.25	0.50~ 0.70	0.11~ 0.22	0.05~ 0.14	—	0.001~ 0.005	≤0.025	≤0.020
5	20Cr1Mo1VTiB	0.17~ 0.23	0.40~ 0.60	0.40~ 0.60	0.90~ 1.30	0.75~ 1.00	≤0.30	≤0.25	0.45~ 0.65	—	0.16~ 0.28	—	0.001~ 0.005	≤0.025	≤0.020
6	38CrMoAl	0.35~ 0.42	0.20~ 0.45	0.30~ 0.60	1.35~ 1.65	0.15~ 0.25	—	≤0.25	—	—	—	0.70~ 1.10	—	≤0.025	≤0.015



表 A.2 室温力学性能

材料牌号	公称厚度/mm	热处理 状态	拉伸性能			冲击吸收能量		硬度 HBW
			R_m /MPa	R_{eL} /MPa	A /%	试验 温度 ℃	KV_2 /J	
				不小于			不小于	
25	≤100	N N+T	420~570	235	20	20	31	120~170
	>100~300		390~540	215				
25Cr2MoV	≤150	Q+T	835~1015	735	14	20	47	269~320
25Cr2Mo1V	≤150	Q+T	785~965	640	15	20	47	240~280
	>150~200		735~915	590				
20Cr1Mo1VNbTiB	≤150	Q+T	835~1015	735	12	20	41	252~302
20Cr1Mo1VTiB	≤150	Q+T	785~965	685	14	20	41	255~293
38CrMoAl	≤110	Q+T	835~1015	735	16	20	41	250~300



附录 B
(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。

B.1 力学性能试样坯料的模拟焊后热处理

力学性能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，这主要基于锻件产品在承压元件制造过程中会经受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。

B.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 $3t$ 的环段的边缘焊接在锻件的取样端上，热缓冲环或环段采用焊接性良好的碳素钢或低合金钢。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间 $1/3$ 弧长下的部位。试样位置应距锻件的热缓冲面至少 13mm ，距锻件的热处理表面至少 $t/4$ 。

B.3 磁粉或渗透检验

磁粉、渗透检测方法可分别按 NB/T 47013.4、NB/T 47013.5 的规定执行，I 级合格。

B.4 有害元素（熔炼分析）限制

锻件中有害元素的含量限制： $\text{As} \leq 0.015\%$ 、 $\text{Sn} \leq 0.015\%$ 、 $\text{Sb} \leq 0.010\%$ 、 $\text{Pb} \leq 0.010\%$ 、 $\text{Bi} \leq 0.010\%$ ， $\text{As} + \text{Sn} + \text{Sb} + \text{Pb} + \text{Bi} \leq 0.035\%$ 。

B.5 断裂韧性

锻件的断裂韧性试验要求由供需双方商定。

B.6 侧向膨胀值

锻件冲击试样侧向膨胀量的合格指标由供需双方商定，检验方法可按 GB/T 229 的规定。

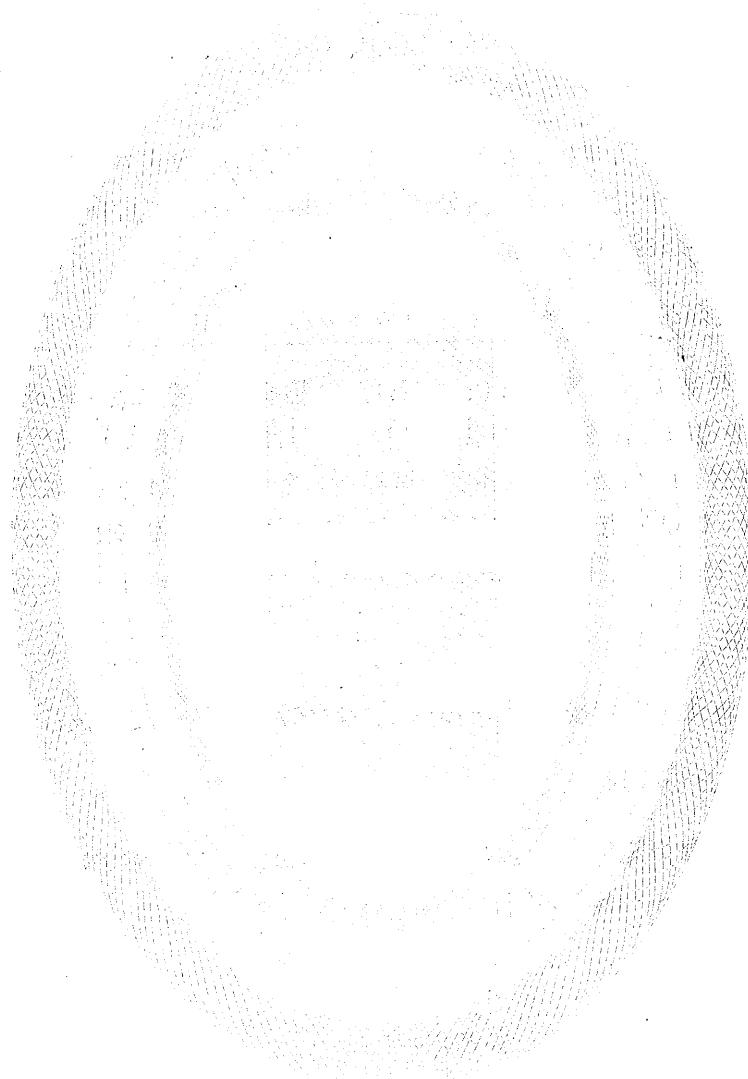
B.7 抗氢致开裂（HIC）试验

抗氢致开裂试验及评定方法可按照 GB/T 8650，采用标准溶液 A，合格等级由供需双方商定。抗氢致开裂 HIC 试验结果等级（溶液 A）见表 B.1。



表 B.1 抗氢致开裂 HIC 试验结果等级 (溶液 A)

等 级	裂纹长度率 (CLR) /%	裂纹厚度率 (CTR) /%	裂纹敏感率 (CSR) /%
I	≤5	≤1.5	≤0.5
II	≤10	≤3	≤1
III	≤15	≤5	≤2



附 录 C
(资料性附录)
高温力学性能

表 C.1 高温规定非比例延伸强度

材料牌号	公称厚度 mm	在下列温度(°C)下的 $R_{p0.2}$ (R_{eL})/MPa, 不小于											
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
20	≤100	235	210	200	186	167	153	139	129	121	—	—	—
	>100~ 200	225	200	191	178	161	147	133	123	116	—	—	—
	>200~ 300	205	184	176	164	147	135	123	113	106	—	—	—
35	≤100	265	235	225	205	186	172	157	147	137	—	—	—
	>100~ 300	245	225	215	200	181	167	152	142	132	—	—	—
16Mn	≤100	305	275	250	225	205	185	175	165	155	—	—	—
	>100~ 200	295	265	245	220	200	180	170	160	150	—	—	—
	>200~ 300	275	250	235	215	195	175	165	155	145	—	—	—
08Cr2AlMo	≤200	250	225	210	195	185	175	—	—	—	—	—	—
09CrCuSb	≤200	245	220	205	190	180	170	—	—	—	—	—	—
20MnMo	≤300	370	340	320	305	295	285	275	260	240	—	—	—
	>300~ 500	350	325	305	290	280	270	260	245	225	—	—	—
	>500~ 850	330	310	295	280	270	260	250	235	215	—	—	—
20MnMoNb	≤300	470	435	420	405	395	385	370	355	335	—	—	—
	>300~ 500	460	430	415	405	395	385	370	355	335	—	—	—
20MnNiMo	≤500	450	420	405	395	385	380	370	355	335	—	—	—
15NiCuMoNb	≤500	440	422	412	402	392	382	373	343	304	—	—	—
12CrMo	≤100	255	193	187	181	175	170	165	159	150	140	—	—



表 C.1 (续)

材料牌号	公称厚度 mm	在下列温度(°C)下的 $R_{p0.2}$ (R_{eL}) /MPa, 不小于											
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
15CrMo	≤300	280	255	240	225	215	200	190	180	170	160	—	—
	>300~500	270	245	230	215	205	190	180	170	160	150	—	—
12Cr1MoV	≤300	280	255	240	230	220	210	200	190	180	170	—	—
	>300~500	270	245	230	220	210	200	190	180	170	160	—	—
14Cr1Mo	≤300	290	270	255	240	230	220	210	200	190	175	—	—
	>300~500	280	260	245	230	220	210	200	190	180	170	—	—
12Cr2Mo1	≤300	310	280	270	260	255	250	245	240	230	215	—	—
	>300~500	300	275	265	255	250	245	240	235	225	215	—	—
12Cr2Mo1V	≤300	420	395	380	370	365	360	355	350	340	325	—	—
	>300~500	410	390	375	365	360	355	350	345	335	320	—	—
12Cr3Mo1V	≤300	420	395	380	370	365	360	355	350	340	325	—	—
	>300~500	410	390	375	365	360	355	350	345	335	320	—	—
12Cr5Mo	≤500	390	355	340	330	325	320	315	305	285	255	—	—
10Cr9Mo1VNbN	≤300	415	384	378	377	377	376	371	358	337	306	260	198
10Cr9MoW2VNbBN	≤300	440	420	412	405	400	392	382	372	360	340	300	248
30CrMo	≤300	440	400	380	370	360	350	335	320	295	—	—	—
35CrMo	≤300	440	400	380	370	360	350	335	320	295	—	—	—
	>300~500	430	395	380	370	360	350	335	320	295	—	—	—
35CrNi3MoV	≤300	960	876	857	843	799	777	758	720	—	—	—	—
36CrNi3MoV	≤300	895	814	796	783	774	761	742	714	—	—	—	—

