

QJ

中华人民共和国航天行业标准

FL 6210

QJ 500B—2014
代替 QJ 500A—1998

碳素结构钢和合金结构钢锻件规范

Specification for carbon structural steel and structural alloy steel forgings

2014—11—20 发布

2015—02—20 实施

国家国防科技工业局 发布

前 言

本规范代替 QJ 500A—1998《碳素钢、合金结构钢锻件技术条件》。

本规范与 QJ 500A—1998 相比主要技术内容有以下变化：

- a) 增加了材料牌号 Q345A、50Mn、65Mn、60Si2MnA、40SiMnCrNiMoVA、30Si2MnCrMoVE (D406A)、40CrNi3SiWA 及性能参数；
- b) 对材料牌号 35CrMo、42CrMo 等性能参数进行了补充和完善；
- c) 取消对锻件进行光谱检查的相关内容；
- d) 增加超声波检测的要求；
- e) 规定取样方向的优先原则；
- f) 对锻件力学性能不合格时重复试验的项目做出明确规定；
- g) 规定重复热处理次数不超过两次（不含回火次数）。

本规范由中国航天科技集团公司提出。

本规范由中国航天标准化研究所归口。

本规范起草单位：国营二一一厂。

本规范主要起草人：李建洲、高建新、王恒强。

本规范所代替标准的历次版本发布情况：QJ 500—1967、QJ 500—1980、QJ 500—1989、QJ 500A—1998。

碳素结构钢和合金结构钢锻件规范

1 范围

本规范规定了碳素结构钢和合金结构钢锻件的要求、质量保证规定及交货准备等。

本规范适用于航天产品用碳素结构钢和合金结构钢自由锻件、模锻件和轧制件。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包含勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

- 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 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 699 优质碳素结构钢
- GB/T 1222 弹簧钢
- GB/T 1591 低合金高强度结构钢
- GB/T 1814 钢材断口检验法
- GB/T 3077 合金结构钢
- GB/T 3078 优质结构钢冷拉钢材
- GJB 1580 变形金属超声检验方法
- GJB 1951 航空用优质结构钢棒规范
- QJ 503 锤上模锻件机加工余量与尺寸公差
- QJ 1386.1 金属材料复验规定 第1部分：黑色金属
- QJ 1630 锤上自由锻件机械加工余量与尺寸偏差

3 要求

3.1 设计

3.1.1 锻件的类别应由订货方或设计单位确定，并应在零件图样或专用技术条件中注明。未注明类别的均视为III类锻件。

3.1.2 在选用锻件的零件图样上应注有下列内容：

a) 材料牌号、材料标准号、锻件种类、锻件类别及本标准号；

示例： 模锻件 $\frac{30\text{CrMnSiA} - \text{GB/T } 3077 - 1999}{\text{I} - \text{QJ } 500\text{B} - 2014}$

b) 锻件上打印标志的位置（锻件图样中未标注时，则为任意位置）；

c) 需要进行超声波检测的锻件，应注明超声波检测标准及级别。

3.2 锻件图样

锻件图样由承制方按零件图样绘制。锻件加工余量和尺寸公差按 QJ 503 或 QJ 1630 规定选取，必要时锻件图样应经订货方或承担机械加工方会签。

3.3 材料

3.3.1 锻件用材料应符合 GB/T 699、GB/T 1591、GB/T 3077、GB/T 3078、GB/T 1222、GJB 1951 或其他相关技术标准的规定，并应有制造单位的合格证明。

3.3.2 所选用材料应按 QJ 1386.1 或相应技术标准的规定复验合格后，方能投产使用。

3.4 锻件供应状态

锻件应按表 1 规定的供应状态供应。当需要以其他供应状态供应时，由订货方与承制方商定，并在锻件图样或专用技术条件中注明。

表 1

序号	锻件的材料牌号	供应状态	布氏硬度 压痕直径 mm	推荐的热处理制度
1	10	锻后状态	6.0~5.0	不经热处理
2	15	锻后状态	6.0~5.0	不经热处理
3	20	正火	5.8~4.8	正火 880℃~900℃，空冷
4	25	正火	5.4~4.6	正火 880℃~900℃，空冷
5	30	正火	5.2~4.5	正火 870℃~890℃，空冷
6	35	正火	5.0~4.4	正火 860℃~890℃，空冷
7	40	正火	4.8~4.2	正火 850℃~880℃，空冷
8	45	正火	4.6~4.0	正火 830℃~860℃，空冷
9	50	正火	4.5~3.8	正火 840℃~860℃，空冷
		正火+回火		正火 840℃~860℃，空冷；回火 680℃~710℃，空冷
10	Q345A	正火	5.4~4.4	正火 910℃~930℃，空冷
11	50Mn	正火	4.6~3.8	正火 830℃~860℃，空冷
12	65Mn	退火	≥3.7	退火 780℃~820℃，随炉冷却至 600℃以下，空冷
13	40SiMnCrNi2WA (F69)	正火+回火	≥3.7	正火 890℃~910℃，空冷；回火 650℃~680℃保温 12h，空冷
14	40SiMnCrNiMoVA	正火+回火	—	正火 910℃~930℃，空冷；回火 720℃~750℃，随炉冷却至 600℃以下，空冷
15	30Si2MnCrMoVE (D406A)	正火+高温 回火	≥3.6	正火 910℃~930℃，按 1.5min/mm 保温，空冷；高温回火 720℃~750℃，按 2.0min/mm 保温，随炉冷却至 600℃以下，空冷
16	60Si2MnA	退火	≥3.4	退火 840℃~860℃，随炉冷却至 600℃以下，空冷
17	13Ni5A	正火+回火	4.8~3.9	正火 880℃~920℃，空冷；回火 650℃~680℃，空冷
18	21Ni5A	正火+回火	4.6~3.8	正火 880℃~920℃，空冷；回火 650℃~680℃，空冷
19	15CrA	正火	≥4.5	正火 880℃~920℃，空冷
20	15Cr	正火	≥4.5	正火 880℃~920℃，空冷
21	20Cr	正火	≥4.5	正火 870℃~900℃，空冷
22	38CrA	正火	4.8~4.0	正火 850℃~890℃，空冷
		正火+回火		正火 850℃~890℃，空冷；回火 650℃~680℃，空冷

表 1 (续)

序号	锻件的材料牌号	供应状态	布氏硬度 压痕直径 mm	推荐的热处理制度
23	40Cr	正火	≥4.2	正火 850℃~870℃, 空冷
24	35CrMo	正火+回火	≥3.9	正火 860℃~880℃, 空冷; 回火 650℃~700℃, 空冷
25	42CrMo	退火	≥3.9	退火 850℃~870℃, 随炉冷却至 650℃以下, 空冷
26	38CrMoAlA	正火+回火	4.8~4.0	正火 930℃~960℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
27	38CrMoAl	正火+回火	4.8~4.0	正火 930℃~960℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
28	40CrVA	正火+回火	4.8~3.8	正火 850℃~890℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
29	50CrVA	正火+回火	4.8~3.8	正火 850℃~870℃, 空冷; 回火 680℃~700℃, 空冷
30	50CrV	正火+回火	4.8~3.8	正火 850℃~870℃, 空冷; 回火 680℃~700℃, 空冷
31	16Cr2MnTiA	正火+回火	4.8~3.7	正火 900℃~950℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
32	20CrMnTi	正火+回火	4.8~4.2	正火 900℃~950℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
33	25CrMnSi	正火+回火	≥4.1	正火 890℃~910℃, 空冷; 回火 690℃~710℃, 空冷
34	30CrMnSiA	正火+回火	4.8~4.0	正火 890℃~910℃, 空冷; 回火 690℃~710℃, 空冷
35	35CrMnSi	正火+回火	≥4.0	正火 870℃~890℃, 空冷; 回火 690℃~710℃, 空冷
36	30CrMnSiNi2A	正火+不完全退火	4.8~3.8	正火 890℃~910℃, 空冷; 不完全退火 780℃, 热透随炉冷却至 650℃保温 2h, 空冷
37	15Cr2MnNi2TiA	正火+回火	5.0~4.0	正火 920℃~980℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
38	25CrMnNiTiA	正火+回火	4.9~3.7	正火 920℃~980℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
39	40CrNi3SiWA	正火+低温退火	≥3.7	正火 890℃~910℃, 空冷; 低温退火 650℃~680℃, 保温 12h, 空冷
40	12CrNi3A	正火	5.0~4.0	正火 880℃~890℃, 空冷
		正火+回火		正火 880℃~890℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
41	12CrNi3	正火	5.0~4.0	正火 880℃~890℃, 空冷
		正火+回火		正火 880℃~890℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
42	20CrNi3A	正火+回火	4.7~3.9	正火 860℃~900℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
43	20CrNi3	正火+回火	4.7~3.9	正火 860℃~900℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
44	37CrNi3A	正火+回火	4.3~3.7	正火 840℃~900℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
45	37CrNi3	正火+回火	4.3~3.7	正火 840℃~900℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
46	12Cr2Ni4A	正火	4.7~3.8	正火 880℃~900℃, 空冷
		正火+回火		正火 880℃~900℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
47	12Cr2Ni4	正火	4.7~3.8	正火 880℃~900℃, 空冷
		正火+回火		正火 880℃~900℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
48	18Cr2Ni4WA	正火+回火	4.3~3.7	正火 940℃~960℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
49	18Cr2Ni4W	正火+回火	4.3~3.7	正火 940℃~960℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
50	40CrNiMoA	正火+回火	4.6~3.7	正火 850℃~870℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
51	30Cr2Ni2WA	正火+回火	4.5~3.7	正火 930℃~970℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
52	30Cr2Ni2WVA	正火+回火	4.5~3.7	正火 930℃~970℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷
53	40CrNiWA	正火+回火	4.6~3.7	正火 850℃~870℃, 空冷; 回火 650℃~680℃, 空冷

3.5 锻件硬度

锻件供应状态的硬度应符合表 1 的规定。

3.6 力学性能

3.6.1 从锻件上切取的试样，其纵向力学性能应符合表 2 的规定。其横向（或径向）、切向（或弦向）力学性能按表 3 的规定，但从 30CrMnSiA 和 30CrMnSiNi2A 钢锻件（含另锻试样）上切取的试样，其横向（或径向）、切向（或弦向）力学性能应符合表 4 的规定。

3.6.2 锻件一般仅提供纵向试样。当无法切取纵向试样时，可检测横向（或径向）、切向（或弦向）的力学性能。当有特殊要求时，可由供需双方商定，并在零件图样或技术文件中注明。

3.6.3 当试样与锻件具有同一热处理状态，并且超出表 2 规定的试样热处理要求时，需检查的力学性能项目和指标由供需双方商定，并在零件图样或专用技术文件上注明。

3.6.4 对于本规范未列入的材料，其力学性能的验收项目和指标由供需双方商定，并由订货方在零件图样或专用技术条件中注明。

表 2

序号	材料牌号	推荐的试样热处理制度	力学性能					布氏硬度 压痕直径 mm	推荐 热处理 试样毛 坯直径 或边长 mm
			抗拉 强度 R_m MPa	规定非 比例延 伸 强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后 伸长 率 A %	断面 收缩 率 Z %	冲击吸 收能量 KU_2 J		
			不小于						
1	10	锻件供应状态	315	177	30	55	—	6.00~5.00	25
2	15	锻件供应状态	345	196	26	55	—	6.00~5.00	
3	20	锻件供应状态	385	215	22	50	—	5.80~4.80	
4	25	锻件供应状态	420	235	19	50	—	5.40~4.60	
5	30	锻件供应状态	460	255	18	47	—	5.20~4.50	
6	35	锻件供应状态	510	275	17	45	—	5.00~4.40	
7	40	锻件供应状态	550	295	15	45	—	4.80~4.20	
8	45	锻件供应状态	590	315	13	40	—	4.60~4.00	
9	50	锻件供应状态	620	335	13	40	—	4.50~3.80	
10	Q345A	锻件供应状态	450	295	25	55	—	5.4~4.4	16
11	50Mn	淬火温度 830℃，油冷；回火温度 600℃，空冷	645	390	13	40	—	—	
12	65Mn	淬火温度 820℃，油冷；回火温度 540℃，空冷	980	785	8	30	—	—	
13	40SiMnCrNi2WA (F69)	淬火温度 890℃~910℃，油冷； 回火温度 200℃~300℃，空冷	1860	—	8	35	39 16(横 向)	≤2.7	试样
14	40SiMnCrNiMoVA ^a	淬火温度 900℃于 260℃~280℃ 等温淬火；回火温度 290℃~310℃，空冷	1570	1285	9	30	49	—	
15	30Si2MnCrMoVE (D406A)	淬火温度 920℃~940℃保温 1h， 油冷，回火温度 290℃~310℃保 温 3h，空冷	1620	1320	8	30	35	—	

表 2 (续)

序号	材料牌号	推荐的试样热处理制度	力学性能					布氏硬度 压痕直径 mm	推荐 热处理 试样毛 坯直径 或边长 mm
			抗拉 强度 R_m MPa	规定非 比例延 伸 强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后 伸长 率 A %	断面 收缩 率 Z %	冲击吸 收能量 KU_2 J		
			不小于						
16	60Si2MnA	淬火温度 870℃, 油冷, 回火温度 440℃~480℃, 空冷	1275	1180	5	25	—	≤3.4	试样
17	13Ni5A	淬火温度 760℃~800℃, 油冷; 回火温度 150℃~170℃, 空冷	930	735	11	55	78	3.65~3.20	16
18	21Ni5A	淬火温度 770℃~820℃, 油冷; 回火温度 150℃~170℃, 空冷	1180	930	9	40	39	3.20~2.90	
19	15CrA	淬火温度 780℃~810℃油冷, 回 火温度 150℃~170℃, 空冷	590	390	15	50	70	4.60~3.50	
20	15Cr	第一次淬火温度 880℃, 第二次 淬火温度 800℃, 水冷或油冷, 回火温度 200℃, 水冷或空冷	735	490	11	45	55	≤4.5	
21	20Cr	第一次淬火温度 880℃, 第二次 淬火温度 800℃, 水冷或油冷, 回火温度 200℃, 水冷或空冷	835	540	10	40	47	≤4.5	15
22	38CrA	淬火温度 840℃~860℃, 油冷, 回火温度 500℃~590℃, 油冷或 水冷	885	785	12	50	78	3.70~3.40	25
23	40Cr	淬火温度 850℃, 油冷, 回火温 度 500℃, 油冷或水冷	980	785	9	45	47	≤4.2	
24	35CrMo	淬火温度 850℃, 油冷, 回火温 度 550℃, 油冷或水冷	980	835	12	45	63	≤4.0	
25	42CrMo	淬火温度 850℃, 油冷, 回火温 度 560℃, 油冷或水冷	1080	930	12	45	63	≤4.1	
26	38CrMoAlA	淬火温度 930℃~950℃, 油冷或 温水冷, 回火温度	930	785	15	50	78	3.60~3.40	30
		600℃~670℃, 油冷或水冷	980	835	15	50	70	3.50~3.30	
27	38CrMoAl	淬火温度 940℃, 水冷或油冷, 回火温度 640℃, 油冷或水冷	980	835	14	50	70	≤4.00	16
28	40CrVA	淬火温度 870℃~890℃, 油冷, 回火温度 620℃~680℃, 水冷	885	735	10	50	70	3.70~3.40	25
29	50CrVA	淬火温度 850℃~870℃, 油冷, 回火温度 400℃~500℃, 油冷	1275	1080	10	45	—	≤3.2	试样
		淬火温度 850℃~870℃, 油冷, 回火温度 460℃~520℃, 油冷	1275	1080	10	45	—	≤3.2	25

表 2 (续)

序号	材料牌号	推荐的试样热处理制度	力学性能					布氏硬度 压痕直径 mm	推荐 热处理 试样毛 坯直径 或边长 mm
			抗拉 强度 R_m MPa	规定非 比例延 伸 强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后 伸长 率 A %	断面 收缩 率 Z %	冲击吸 收能量 KU_2 J		
			不小于						
30	50CrV	淬火温度 850℃~870℃, 油冷, 回火温度 480℃~520℃, 油冷	1275	1130	10	40	—	≤3.2	25
		淬火温度 860℃油冷, 回火温度 500℃, 油冷或水冷	1275	1130	10	40	—	≤3.2	25
31	16Cr2MnTiA	淬火温度 790℃~860℃, 油冷, 回火温度 160℃~180℃, 空冷	1030	785	12	55	86	3.45~3.20	16
		淬火温度 900℃~950℃, 油冷或 空冷, 回火温度 160℃~180℃, 空冷	1130	930	11	50	78	3.35~3.05	
32	20CrMnTi	第一次淬火 880℃, 第二次淬 火 870℃, 油冷, 回火温度 200℃, 水冷或空冷	1080	835	10	45	55	≤4.10	15
33	25CrMnSi	淬火温度 880℃, 油冷, 回火温 度 480℃, 油冷或水冷	1080	885	10	40	39	≤4.10	25
34	30CrMnSiA	淬火温度 880℃~900℃, 油冷, 回火温度 510℃~570℃, 油冷	1080	835	10	45	39	3.50~3.20	
35	35CrMnSi	淬火温度 880℃于 280℃~320℃ 等温淬火油冷; 或淬火温度 880℃油冷, 回火温度 230℃, 水冷或空冷	1620	—	9	40	39	—	试样
36	30CrMnSiNi2A	淬火温度 890℃~910℃, 油冷, 回火温度 200℃~300℃, 空冷; 或淬火温度 890℃~910℃加热, 210℃~280℃硝石槽等温 1h 空 冷, 回火温度 200℃~300℃, 空 冷	1570	—	9	45	47	≤2.9	
37	15Cr2MnNi2TiA	淬火温度 800℃~850℃, 油冷, 回火温度 150℃~170℃, 空冷	1080	885	12	55	86	3.40~3.10	16
38	25CrMnNiTiA	淬火温度 820℃~850℃, 油冷, 回火温度 160℃~200℃, 空冷	1470	1180	10	45	55	3.10~2.70	试样
39	40CrNi3SiWA ^b	淬火温度 890℃~910℃, 油冷, 回火温度 200℃~300℃, 空冷	1860	—	8	35	39 16(横 向)	≤2.7	
40	12CrNi3A	淬火温度 780℃~810℃, 油冷, 回火温度 150℃~170℃, 空冷	980	685	11	55	86	3.70~3.10	16
			885	635	12	55	94	3.75~3.20	

表 2 (续)

序号	材料牌号	推荐的试样热处理制度	力学性能					布氏硬度 压痕直径 mm	推荐 热处理 试样毛 坯直径 或边长 mm
			抗拉 强度 R_m MPa	规定非 比例延 伸 强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后 伸长 率 A %	断面 收缩 率 Z %	冲击吸 收能量 KU_2 J		
			不小于						
41	12CrNi3	第一次淬火温度 860℃, 第二次 淬火温度 780℃, 油冷, 回火温 度 200℃, 水冷或空冷	930	685	11	50	70	≤4.1	
42	20CrNi3A	淬火温度 820℃~840℃, 温水 冷, 或淬火温度 840℃~860℃, 油冷, 回火温度 400℃~500℃, 油冷或水冷	980	835	10	55	78	3.55~3.30	25
43	20CrNi3	淬火温度 830℃, 水冷或油冷, 回火温度 480℃, 油冷或水冷	930	735	11	55	78	≤3.90	
44	37CrNi3A	淬火温度 820℃~840℃, 油冷, 回火温度 525℃~575℃, 油冷或 水冷	1080	930	10	50	55	3.40~3.10	25
45	37CrNi3	淬火温度 820℃, 油冷, 回火温 度 500℃, 油冷或水冷	1130	980	10	50	47	3.40~3.10	
46	12Cr2Ni4A	淬火温度 780℃~810℃油淬, 回 火温度 150℃~170℃, 空冷	1030	785	12	55	78	3.55~3.10	
47	12Cr2Ni4	第一次淬火温度 860℃, 第二次 淬火温度 780℃, 油冷, 回火温 度 200℃, 水冷或空冷	1080	835	10	50	70	≤3.70	
48	18Cr2Ni4WA	第一次淬火温度 950℃, 第二次 淬火温度 860℃~870℃, 油冷, 回火温度 525℃~575℃, 空冷	1030	785	12	50	94	3.40~3.10	16
		第一次淬火温度 950℃, 第二次 淬火温度 850℃~860℃, 空冷, 回火温度 150℃~170℃, 空冷	1180	885	10	45	78	3.25~3.05	
		1130	835	11	45	78	3.30~3.05		
49	18CrNi4W	第一次淬火温度 950℃, 第二次 淬火温度 850℃, 空冷, 回火温 度 200℃回火, 空冷	1180	835	10	45	78	≤3.70	
50	40CrNiMoA	淬火温度 840℃~880℃, 油冷, 回火温度 550℃~650℃, 水冷或 空冷	1080	930	12	50	63	3.40~3.15	
		980	835	12	55	78	≤3.70		
51	30Cr2Ni2WA	淬火温度 850℃~870℃, 油冷, 回火温度 540℃~620℃, 油冷	980	835	12	55	94	3.50~3.30	25
		1180	980	10	45	63	3.30~3.10		
52	30Cr2Ni2WVA	淬火温度 890℃~910℃, 油冷, 回火温度 580℃~650℃, 空冷或 油冷	1030	835	12	55	78	3.50~3.30	
		1180	980	10	45	55	3.30~3.15		

表 2 (续)

序号	材料牌号	推荐的试样热处理制度	力学性能					布氏硬度 压痕直径 mm	推荐 热处理 试样毛 坯直径 或边长 mm
			抗拉 强度 R_m MPa	规定非 比例延 伸 强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后 伸长 率 A %	断面 收缩 率 Z %	冲击吸 收能量 KU_2 J		
			不小于						
53	40CrNiWA	淬火温度 840℃~860℃, 油冷, 回火温度 550℃~650℃, 水冷或 空冷	980	835	12	55	78	3.55~3.30	
			1080	930	12	50	63	3.40~3.15	

注：热处理试样毛坯尺寸规定为“试样”者，指试样热处理时仅留精加工余量。

^a 40SiMnCrNiMoVA 的力学性能数据均为横向试棒切取所得。

^b 40CrNi3SiWA 纵向冲击韧性指标在抗拉强度大于 1900MPa 的条件下允许比表中规定的指标低 8J。

表 3

力学性能	按纵向力学性能降低的比例	
	沿流线横向（或径向）切取试样	沿流线切向（或弦向）切取试样
抗拉强度 R_m	≤10%	≤5%
规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$	≤10%	≤5%
断后伸长率 A	≤50%	≤25%
断面收缩率 Z	≤40%	≤20%
冲击吸收能量 KU_2	≤50%	≤25%

注：表中径向、切向（或弦向）指圆饼（或圆环）类锻件的试样位置。

表 4

材料牌号	试样流线方向	不同方向的力学性能				
		抗拉强度 R_m MPa	规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后伸长率 A %	断面收缩率 Z %	冲击吸收能量 KU_2 J
		不小于				
30CrMnSiA	切向（或弦向）	1030	785	8	36	30
	横向（或径向）	980	735	6	27	14
30CrMnSiNi2A	切向（或弦向）	1550	—	7	35	23
	横向（或径向）	1520	—	5	25	16

注：表中径向、切向（或弦向）指圆饼（或圆环）类锻件的试样位置。

3.7 低倍

3.7.1 模锻件流线的方向一般应沿模锻件的最大外廓尺寸分布。模锻件的流线还应基本符合模锻件的结构外形，且不应有穿流和严重的涡流。当产品图样另有要求时，流线方向应与其一致。

3.7.2 锻件的低倍检查，在横向酸浸试样上不允许有肉眼可见的白点、银亮斑点、缩孔、气泡、空

洞、翻皮、裂纹、夹杂物等缺陷。

3.8 断口

锻件的断口不允许有白点、分层、石状断口、层状断口和萘状断口等缺陷。

3.9 脱碳层

需要时,对具有非加工表面的锻件进行脱碳层深度检查,其总脱碳层深度应不超过单边尺寸下偏差。

3.10 超声波检测

3.10.1 锻件一般不进行超声波检测。当需要对锻件进行超声波检测时,应符合 GJB 1580 或供需双方商定的其他相关标准的要求,并在技术文件中注明检测标准及级别。

3.10.2 锻件的超声波检测应在供应状态下进行。

3.11 形状和尺寸

锻件的形状、尺寸及公差应符合锻件图样的要求。

3.12 表面质量

3.12.1 锻件应经喷丸、喷砂、酸洗、粗加工或供需双方商定的其他方法清理后交付。经订货方同意,对于超过承制方清理设备能力的锻件,可以不经清理。

3.12.2 锻件表面不允许存在肉眼可见的裂纹、折叠和锻造引起的机械损伤等缺陷。

3.12.3 在锻件的加工表面上,允许有凹坑、压伤存在,其深度应不超过单面加工余量的 1/2。

3.12.4 在锻件的非加工表面上,所有的缺陷均应去除掉,去除深度应不超过该处尺寸下偏差的 1/2 (孔、槽处则为上偏差的 1/2),宽度应不小于深度的 6 倍,打磨处圆滑过渡。

3.13 产品标志

3.13.1 锻件应按锻件图样规定的部位(锻件图样未标注的则在任意部位)打印零件图号或代号、锻造批次号或材料批号。

3.13.2 对于不适宜采取钢印标记的锻件可挂标签,并按 3.13.1 的要求注明。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验均为质量一致性检验。

4.2 质量一致性检验

4.2.1 组批

4.2.1.1 锻件应成批提交验收。

4.2.1.2 批的组成:由同一零件图号(或同一锻件图样)、同一材料牌号、同一熔炼炉次、同一热处理规范连续生产的并同时交付的锻件组成一批。

4.2.2 检验项目

检测项目和取样数量按表 5 的规定。

表 5

检验项目	取样数量			要求章 条号	试验方法 章条号	
	I类锻件	II类锻件	III类锻件			
锻件硬度	逐件			3.5	4.3.1	
力学性能	逐件 ^a , 每件1个试棒	2件, 每件1个试棒 (大件抽1件, 每个大件2个试棒)	—	3.6	4.3.2	
低倍	低倍流线	1件(首批生产或工艺改变的模锻件)	—	3.7	4.3.3	
	低倍组织	1件(设计图样中注明时)	—			
断口	1件			3.8	4.3.4	
脱碳层	1件(需要时, 对非加工表面的锻件检查)			3.9	4.3.5	
超声波检测	逐件(设计图样中注明时)			3.10	4.3.6	
形状和 尺寸	自由锻件	逐件			3.11	4.3.7
	模锻件	首末件及中间抽5%~10%检查(不少于10件)				
表面质量	逐件			3.12	4.3.8	
注: 大件指锻件投影面积(含冲孔底片)不小于80000mm ² 、锻件质量不小于50kg或环形件外径不小于500mm的。						
^a 对于批量较大、首批生产合格的I类锻件, 工艺稳定时经设计同意可进行抽样检查。						

4.2.3 取样

4.2.3.1 锻件硬度

4.2.3.1.1 锻件图样规定的位置检查(锻件图样中未标注的则为任意位置)。

4.2.3.1.2 检查硬度前先在锻件表面磨出一个平面, 其深度不得超过单面加工余量的1/2。

4.2.3.2 力学性能

4.2.3.2.1 取样方法

试样应在锻件的本体(余块)或延长部分上切取。当在锻件上无法切取试样时, 由订货方与承制方协商同意后, 可以采用与锻件本体具有同一材料牌号、同一炉批号、相似变形量的另锻试样; 另锻试样在锻造后应与锻件同炉热处理。

4.2.3.2.2 取样位置

试样一般按顺纤维方向切取。除订货方有特殊要求外, 在锻件本体上取样时一般应符合下列规定:

- 圆形实心锻件, 当直径不大于50mm时取中心部位; 当直径大于50mm时在距外表面1/3半径处切取;
- 矩形实心锻件, 在距外表面1/6对角线处切取;
- 环形锻件, 在1/2壁厚处切取。

在锻件余块上取样(不破坏锻件)时, 则应尽量靠近以上规定的部位; 在锻件延长部分取样或采用另锻试样时, 不受以上取样部位的限制。

4.2.3.3 低倍

4.2.3.3.1 模锻件流线检查, 试样应在流线的整个剖面上切取。

4.2.3.3.2 锻件按表5的规定检查低倍组织, 试样一般应沿垂直纤维方向切取。

4.2.3.4 脱碳层

4.2.3.4.1 取样位置: 选取的试样检验面应为垂直于锻件纤维纵向的一个整断面。

4.2.3.4.2 脱碳层测量点的选取应避免锻件的棱边、棱角等脱碳极端严重的位置。

4.2.4 判定规则

4.2.4.1 锻件硬度

若锻件的硬度不能满足要求时，按下列规定处理：

- a) I、II类锻件允许将不满足要求的锻件组成一批重复热处理后检查硬度。若仍有不满足要求的锻件，则判定件不合格；
- b) III类锻件应逐件检查硬度，若有不满足要求的锻件，允许将不满足要求的锻件组成一批重复热处理后逐件检查硬度，若仍有不能满足要求的锻件，则判定件不合格；
- c) 各类锻件重复热处理次数应不超过两次（不含回火次数）。

4.2.4.2 力学性能

若试样的力学性能不能满足要求时，允许取双倍数量的试样重复试验（I类锻件仅将不能满足要求的锻件取双倍试样重复试验），重复试验结果即使有一根试样不能满足要求，则按以下情况执行：

- a) 对试样与整批锻件热处理状态相同者，I类锻件应将不能满足要求的锻件重复热处理，II类锻件应将整批锻件重复热处理后按表5数量切取试样重新进行试验，仍不能满足要求时，对I类锻件判定件不合格；对II类锻件判定批不合格（对于有取样位置要求的II类锻件允许按I类锻件进行取样验收）；
- b) 对试样与整批锻件热处理状态不相同者，允许按表5数量重新切取试样（I类锻件仅对不能满足要求者重新取样），经调整试样热处理工艺参数后重新进行力学性能试验，若仍不能满足要求时，I类锻件判定件不合格；II类锻件判定批不合格（对于有取样位置要求的II类锻件允许按I类锻件进行取样验收）；
- c) II类锻件在取双倍试样或重复热处理（调整试样热处理工艺参数）后重新取样时，抽样应优先采用原取样件；
- d) 各类锻件重复热处理次数应不超过两次（不含回火次数）。

4.2.4.3 低倍

4.2.4.3.1 模锻件流线若不合格，则判定批不合格。

4.2.4.3.2 模锻件若发现穿流和严重涡流，则判定批不合格。

4.2.4.3.3 低倍组织若有肉眼可见的裂纹、分层、偏析和非金属夹杂等材料缺陷，可按相应的材料技术标准规定的原则处理。

4.2.4.3.4 试片上发现白点，则判定批不合格。

4.2.4.3.5 若发现由于锻造产生的裂纹缺陷，可逐件采用无损检测方法进行检测，仍发现该缺陷，则判定件不合格。

4.2.4.4 断口

4.2.4.4.1 合金结构钢锻件发现石状断口，则判定批不合格。

4.2.4.4.2 试片上发现白点，则判定批不合格。

4.2.4.5 脱碳层

具有非加工表面的锻件脱碳层深度超过单边尺寸下偏差时，则判定批不合格。

4.2.4.6 超声波检测

对超声波检测不符合级别要求的锻件，则判定件不合格。

4.2.4.7 形状和尺寸

锻件形状和尺寸不符合图样要求时，则判定件不合格。

4.2.4.8 表面质量

锻件表面质量不符合要求时，则判定件不合格。

4.3 检验方法

4.3.1 锻件硬度

布氏硬度试验按 GB/T 231.1 的规定进行。

4.3.2 力学性能

4.3.2.1 室温拉伸试验按 GB/T 228.1 的规定进行。

4.3.2.2 室温冲击试验按 GB/T 229 的规定进行。

4.3.3 低倍

低倍组织试验按 GB/T 226 的规定进行。

4.3.4 断口

断口检查按 GB/T 1814 的规定进行。

4.3.5 脱碳层

脱碳层深度检验按 GB/T 224 的规定进行。

4.3.6 超声波检测

超声波检测按 GJB 1580 或设计图样中规定的其他相关标准进行。

4.3.7 形状和尺寸

使用通用的卡尺、千分尺、钢卷尺等量具进行尺寸检查。

4.3.8 表面质量

一般用目视检查，必要时可用 5 倍~10 倍的放大镜检查。

5 交货准备

5.1 包装和运输

5.1.1 锻件的包装(如使用木箱包装或单独隔离包装等)要求、运输方法应在合同或技术文件中注明。

5.1.2 锻件需做防锈处理时，应在合同或技术文件中注明。

5.2 质量证明文件

每批锻件交付时，应附有质量证明文件，其主要内容有：

- a) 产品代号、锻件图号、材料牌号；
- b) 锻件名称、数量；
- c) 锻件供应状态；
- d) 材料批号、热处理炉号（或代号）和锻件生产批号（或代号）；
- e) 各项检测合格结论；
- f) 特殊要求试验合格结论；
- g) 技术检验合格印记，承制方代号及生产日期等。

6 说明事项

根据工作条件、用途和使用过程中损坏所造成的危害程度将锻件分为以下三类：

- a) I类锻件：用于承受复杂应力和冲击、振动及重负载工作条件下的零件。这类零件如果失效或损坏会直接导致产品产生严重的后果，发生等级事故，或该零件虽受力不大，但损坏后会危及人身安全或导致系统功能失效造成重大经济损失。
 - b) II类锻件：用于承受固定的重负载和较小的冲击、振动工作条件下的零件。这类零件如果失效或损坏可能直接造成其他零件、部件的损坏或失效。零件使用过程中一旦损坏将影响产品某一部分的正常工作，但不会导致等级事故和危及人身安全，不会导致系统工作的失效。
 - c) III类锻件：用于承受固定的负载，但不受冲击和振动或承受负载不大、不计算强度、安全系数较大的零件及I、II类之外的其他锻件。
-

中华人民共和国航天行业标准

碳素结构钢和合金

结构钢锻件规范

QJ 500B—2014

*

中国航天标准化研究所出版

北京市丰台区小屯路 89 号

邮政编码：100071

中国航天标准化研究所

印务发行部印刷、发行

版权专有 不得翻印

*

2015 年 2 月出版

定价：20 元