

QJ

中国航天工业总公司航天工业行业标准

QJ 2714-95

不锈钢的热处理

1995-04-26 发布

1995-11-26 实施

中国航天工业总公司 发布

1 主题内容与适用范围

本标准规定了不锈钢热处理的设备、种类、工艺、技术要求、质量检验及技术安全。本标准适用于航天产品常用不锈钢零件的热处理。

2 引用标准

- GB 1220 不锈钢棒
- GB 3280 不锈钢冷轧钢板
- GB 4230 不锈钢热轧钢带
- GB 4237 不锈钢热轧钢板
- GB 4240 不锈钢丝
- QJ 1428 热处理炉温控制与测量

3 设备

- 3.1 加热设备主要有空气电阻炉、保护气氛炉、盐浴炉、真空炉。
- 3.2 加热炉的热电偶和仪表选配、温度测量、检测周期及炉温均匀性均应符合 QJ 1428 的Ⅲ类及Ⅲ类以上炉的规定。
- 3.3 真空炉应有单独的真空测量装置，炉子在使用过程中真空度应能满足相应的工艺要求，压升率应不大于 1.33Pa/h 。
- 3.4 保护气氛炉的炉内气氛应能控制和调节。
- 3.5 配制尺寸适宜的冷却槽，并具有相应的冷却循环系统和搅拌装置。
- 3.6 配制必要的冷处理设备。

4 种类及目的

4.1 种类

不锈钢热处理的种类：去应力退火、不完全退火、完全退火、稳定化退火、淬火、回火、固溶热处理、时效处理、冷处理。

4.2 目的

去应力退火：消除压力加工、焊接、切削加工造成的残余应力。

不完全退火：消除内应力，降低硬度、改善切削加工性。

完全退火：均匀组织、降低硬度、提高塑性。

稳定化退火：防止晶界腐蚀。

淬火：主要目的是强化。

冷处理：稳定组织、性能和尺寸，析出碳化物，调整组织。

回火：获得所需要的稳定的组织与力学性能，消除和减少淬火内应力。

固溶热处理：获得均匀过饱和固溶体。

时效处理：使强化相充分而均匀的析出，提高强度、硬度，获得综合性能。

5 工艺

5.1 不锈钢常用退火规范见表 1。

5.2 不锈钢淬火、回火、固溶热处理、时效处理规范见表 2。

5.2.1 高碳马氏体不锈钢零件需要冷处理时，可在淬火后，最终回火前进行。冷处理温度为 $-40\sim-80^{\circ}\text{C}$ ，保温 $0.5\sim 2\text{h}$ 或在液氮温度 (-196°C) 保温 $1\sim 2\text{h}$ ，零件温度到达室温后 4h 内进行最终回火。

5.2.2 马氏体不锈钢经冷加工或校正的零件；已预先淬硬的零件，淬火前应进行去应力退火。

5.2.3 形状复杂的，厚度不均匀的零件，淬火时应在 $600\sim 650^{\circ}\text{C}$ 或 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$ 预热。预热时间按 $1\sim 2\text{min}/\text{mm}$ 计算。

5.3 零件在盐浴炉内淬火、固溶热处理加热保温时间，当零件厚度小于 20mm 时，按公式 1 计算；当零件厚度大于或等于 20mm 时，按公式 2 计算。

5.4 零件在空气电阻炉内淬火、固溶热处理加热保温时间，当零件厚度大于或等于 20mm 时，按公式 2 计算；当零件厚度小于 20mm 时，按公式 3 计算。

5.5 零件在真空炉内淬火、固溶热处理加热保温时间，当零件厚度大于或等于 20mm 时，按公式 4 计算；当零件厚度小于 20mm 时，按公式 5 计算。

5.6 马氏体不锈钢回火温度小于 350°C 时，保温时间按公式 6 计算；大于或等于 350°C ，保温时间按公式 7 计算。

$$T = 1\sim 5\text{min} + AD \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T = AD \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T = 5\sim 10\text{min} + AD \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$T = 10 \sim 15 \text{min} + AD \dots\dots\dots (4)$$

$$T = 15 \sim 20 \text{min} + AD \dots\dots\dots (5)$$

$$T = 120 \text{min} + AD \dots\dots\dots (6)$$

$$T = 30 \sim 60 \text{min} + AD \dots\dots\dots (7)$$

式中: T — 淬火、固溶热处理、回火保温时间, min;

A — 保温时间系数, min/mm (各种加热炉的保温时间系数见表 3);

D — 零件条件厚度 ($B \times S$), mm;

B — 零件有效厚度, mm;

S — 零件形状系数, (见表 4)。

6 技术要求

- 6.1 待热处理的零件表面应清洁、干燥、无油污、水痕、划伤等缺陷。
- 6.2 放置零件的托盘、支架用不锈钢制作, 绑扎零件用不锈钢丝或去锌铁丝。
- 6.3 试样应与零件同炉批、同炉热处理。
- 6.4 经预热的零件, 淬火加热保温时间应缩短四分之一。
- 6.5 零件的装卡、吊挂、应考虑加热介质, 冷却介质的循环流畅, 保证零件加热、冷却均匀, 防止零件变形。
- 6.6 零件热处理后的氧化皮一般用酸洗的方法去除, 但根据生产条件马氏体不锈钢可用吹砂方法去除。Cr13 型不锈钢在回火腐蚀区回火的零件不宜用酸洗。
- 6.7 经过盐浴炉热处理的零件, 应及时清洗干净, 防止腐蚀零件。
- 6.8 热处理用的辅助材料, 如: 油、盐、脱氧剂、清洗剂等应符合相应的标准。
- 6.9 不锈钢真空淬火时, 真空度可在 13.3~1.33Pa 范围内调节。

7 质量检验

- 7.1 应严格执行热处理规范。
- 7.2 热处理后零件力学性能不符合技术要求时, 允许重复淬火、固溶热处理, 但重复次数不得超过 2 次。
- 7.3 热处理后零件不允许有腐蚀、裂纹、划伤和超过工艺文件规定的变形。

8 技术安全

热处理时, 操作者应严格遵守有关操作规程。

表 1

组织 类型	材 料 牌 号	不 完 全 退 火			完 全 退 火			去 应 力 退 火		稳 定 化 退 火		保温时间 (空气电阻炉) h
		温 度 ℃	冷 却 方 式	硬 度 HB 不大于	温 度 ℃	冷 却 方 式	硬 度 HB 不大于	温 度 ℃	冷 却 方 式	温 度 ℃	冷 却 方 式	
马 氏 体 型	1Cr13	740~780	空冷	229	860~890	炉冷至 600℃ 以下出 炉空冷	206	650~750	空冷	—	—	60min/25mm 计算
	2Cr13						209					
	3Cr13						229					
	4Cr13						—					
	1Cr17Ni2	650~680		283	—		—	650~680				
	9Cr18	730~790		229	880~920		269	650~750				
	3Cr13Mo	730~780			870~900		209	650~680				
	9Cr18Mo	730~790			800~900		269	650~750				
	9Cr18MoV				880~900							
2Cr13Ni2	700~720	—	840~860	—	—							
奥 氏 体 型	0Cr18Ni9	—	—	—	—	—	—	350~420	空冷	—	—	1~5
	1Cr18Ni9									850~900	空冷	
	1Cr18Ni9Ti									—	—	
	0Cr18Ni10Ti									850~900	空冷	
	00Cr19Ni11									—	—	
	0Cr17Ni12Mo2									—	—	
	00Cr17Ni14Mo2									850~900	空冷	
	0Cr20Ni24Si4Ti									—	—	
	2Cr18Ni9									850~900	空冷	
	2Cr15Mn15Ni12Nb									—	—	
F151	850~900	空冷										
1Cr18Ni11Nb	—	—										
奥 氏 体 + 铁 素 体 型	0Cr21Ni5Ti	—	—	—	—	—	—	300~400	空冷	—	—	1~5
	1Cr21Ni5Ti											
	F150(00Cr24Ni12)											
	0Cr26Ni5Mo2											
	1Cr18Ni11Si4AlTi											
	00Cr18Ni5Mo3Si2											

表 2

组织类型	材料牌号	品种	淬火(固溶热处理)		回火或时效处理			
			温度 ℃	冷却 方式	硬 度 HRC	回火或时 效温度℃	冷却 方式	
马 氏 体 型	1Cr13	热轧棒材 锻制棒材 热轧板材 冷轧板材 钢丝	950~1050	油 (20~ 80℃)	28~32	510~570	油或 水	
					32~36	510~550		
					36~40	200~250	油或 空气	
	2Cr13		28~32		550~600	油或 水		
			32~36		530~590			
			40~44		510~560			
	3Cr13		45~50		450~500 或 200~250	油或 空气		
			28~32		700~760	油或 水		
			32~36		640~700			
			36~40		600~660			
			40~44		570~630	油或 空气		
			45~50		540~580			
	50~55		470~530					
	3Cr13Mo		热轧棒材 锻制棒材		1025~1075	≥ 50	200~300	

续表 2

组织类型	材料牌号	品种	淬火(固溶热处理)		回火或时效处理			
			温度 ℃	冷却 方式	硬 度 HRC	回火或时 效温度℃	冷却 方式	
马 氏 体 型	4Cr13	热轧棒材 锻制棒材 冷轧板	1000~1050	油或 空气	28~32	680~740	油或 水	
					32~36	620~680		
					36~40	600~660		
					40~44	570~630	油或 空气	
					45~50	540~580 或 200~300		
					50~55	470~530 或 200~250		
	1Cr17Ni2			950~1050	油	28~32	500~560	油或 空气
						32~36	500~540	
						36~40	275~350	
	9Cr18	热轧棒材 锻制棒材	1020~1060	油或 空气	28~32	620~680	空气	
					32~36	600~650		
					36~40	550~600		
50~55					250~350			
> 55					200~250			
9Cr18Mo		1050~1070		50~55	250~350			
				> 55	200~250			

续表 2

组织类型	材料牌号	品种	淬火(固溶热处理)		回火或时效处理		
			温度 ℃	冷却 方式	硬 度 HRC	回火或时 效温度℃	冷却 方式
马 氏 体 型	9Cr18MoV	热轧棒材 锻制棒材	1000~1030	油或 空气	50~55	200~300	空气
					55~60	200~250	
	28~32				620~700		
	32~36				560~600		
	36~40				500~540 或 300~350		
	40~44				200~280		
	45~50				200~250		
奥 氏 体 型	0Cr18Ni9	热轧棒材 锻制棒材	1010~1150	水	—	—	—
	1Cr18Ni9	热轧板材 冷轧板材 热轧带材 丝材					
	2Cr18Ni9	热轧棒材 锻制棒材	1050~1150				
	0Cr18Ni10Ti	热轧棒材 丝材	950~1150				
	1Cr18Ni9Ti	锻制棒材 冷轧板材	950~1150				
	0Cr18Ni11Nb	热轧棒材 锻制棒材	980~1150				
	2Cr15Mn15Ni12Nb		1050~1150				

续表 2

组织类型	材料牌号	品种	淬火(固溶热处理)		回火或时效处理		
			温度 ℃	冷却 方式	硬度 HRC	回火或时 效温度℃	冷却 方式
奥 氏 体 型	0Cr20Ni24Si4Ti	热轧棒材 锻制棒材	1040~1060	水	—	—	—
	00Cr19Ni11	热轧棒材 锻制棒材	1010~1150				
	0Cr17Ni12Mo2	热轧带材					
	00Cr17Ni14Mo2	热轧棒材 热轧板材 热轧带材	1010~1150				
	F151(00Cr10Ni11)	热轧棒材	850~870	空气			
奥 氏 体 + 铁 素 体 型	0Cr26Ni5Mo2	热轧棒材 热轧板材 热轧带材	950~1100	水或 空气	—	—	—
	1Cr18Ni11Si4AlTi	热轧棒材 冷轧板材	950~1050				
	00Cr18Ni15Mo3Si2	热轧棒材 热轧板材 冷轧板材 热轧带材					
	0Cr21Ni5Ti	冷轧板材					
	1Cr21Ni5Ti						
	F150(00Cr24Ni12)	冷轧板材	1050~1100				

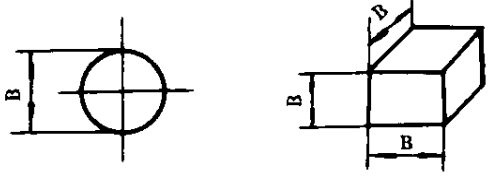
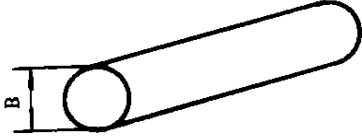
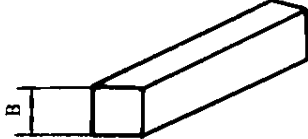
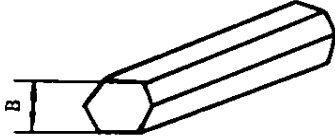
续表 2

组织类型	材料牌号	品种	淬火(固溶热处理)		回火或时效处理		
			温度 ℃	冷却 方式	硬度 HRC	回火或时 效温度℃	冷却 方式
沉	0Cr17Ni4Cu4Nb	热轧棒材 锻制棒材	1020~1060	空气 水 油	≥ 40	470~490℃ 保持 4h	
					≥ 35	540~560℃ 保持 4h	
					≥ 31	570~590℃ 保持 4h	
					≥ 28	610~630℃ 保持 4h	
淀	0Cr17Ni7Al	热轧棒材 锻制棒材	1000~1100	水或 空气	≥ 39	760±15℃ 保持 90min 空冷至室温再加热 565±10℃ 保持 90min	空冷
					≥ 41	955±10℃ 保持 10min 空冷至室温, 再-70~ -80℃ 保持 8h, 再加热 510±10℃ 保持 60min	
化	0Cr15Ni17Mo2Al	冷轧板材 热轧带材	1000~1100	水或 空气	≥ 40	760±15℃ 保持 90min 空冷至室温再加热到 565±10℃ 保持 90min	
					≥ 41	955±10℃ 保持 10min 空冷至室温, 再-70~ -80℃ 保持 8h, 再加热 510±10℃ 保持 60min	
型							

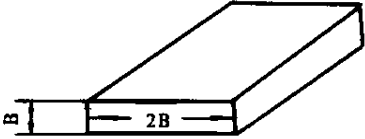
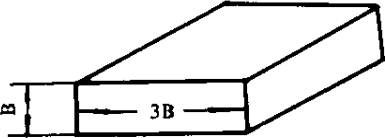
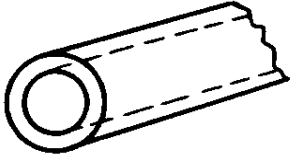
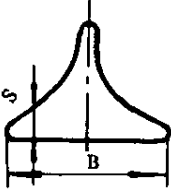
表 3

加 热 炉 种 类	加 热 保 温 时 间 系 数 A min/mm
盐 浴 炉	0.5
空 气 电 阻 炉	1.5
真 空 炉	1~2

表 4

形 状 及 尺 寸		形 状 系 数 S
	钢球直径 = B 立方钢 ($B \times B \times B$)	0.5~0.75
	圆钢 (直径 = B)	1.0
	方钢 ($B \times B$)	
	六角钢 (内切圆直径 = B)	1.25

续表 4

形状及尺寸		形状系数 S
	长方钢 ($B \times 2B$)	1.35
	长方钢 ($B \times 3B$)	1.5
	长管 封闭, 两端 开口短管两端	2~4
	$B = 2S$ $B = 3 \sim 4S$ $B > 4S$	1.5 1.75 2.0

附加说明:

本标准由中国航天工业总公司七〇八所提出。

本标准由中国航天工业总公司二一一厂负责起草。