

ICS 25. 200

J 36

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 9197—1999

---

### 不锈钢和耐热钢热处理

Heat treating for stainless steel and heat-resisting steel

1999-06-24 发布

2000-01-01 实施

---

国家机械工业局 发布

## 前 言

本标准是对 ZB/T J36 017—90《不锈钢和耐热钢热处理》的修订。修订时按有关规定对作了编辑性修改，主要技术内容没有变化。

本标准自实施之日起代替 ZB/T J36 017—90。

本标准由全国热处理标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：航空材料研究院、成都发动机公司。

本标准负责起草人：董云国、臧兰英、戴 炯、马学刚、赵振福。

本标准于 1990 年 4 月 19 日首次发布。

不锈钢和耐热钢热处理

代替 ZB/T J36 017—90

Heat treating for stainless steel and heat-resisting steel

1 范围

本标准规定了不锈钢和耐热钢热处理的方法及所用的设备、工艺、工艺材料、质量检验和安全技术。

本标准适用于不锈钢和耐热钢的热处理。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 221—1979	钢铁产品牌号表示方法
GB/T 394.1—1994	工业酒精
GB 443—1989	L-AN 全损耗系统用油
GB 536—1988	液体无水氨
GB/T 1220—1992	不锈钢棒
GB/T 1221—1992	耐热钢棒
GB 3101—1993	有关量、单位和符号的一般原则
GB/T 4237—1992	不锈钢热轧钢板
GB/T 4238—1992	耐热钢板
GB/T 4842—1995	纯氩
GB/T 9452—1988	热处理炉有效加热区测定方法
GB 15735—1995	金属热处理生产过程安全卫生要求
JB/T 9202—1999	热处理用盐

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 热处理不可强化的钢

不能用热处理的方法改变组织结构进行强化的钢。

3.2 热处理可强化的钢

可以用热处理方法改变组织结构进行强化的钢。

3.3 调整热处理

为改变沉淀硬化型不锈钢的马氏体转变点所进行的固溶处理。

#### 4 不锈钢和耐热钢分类

4.1 不锈钢和耐热钢牌号表示方法和化学成分,应符合 GB/T 221、GB/T 1220、GB/T 1221、GB 3101、GB/T 4237 和 GB/T 4238 的规定。

4.2 不锈钢和耐热钢按热处理分为热处理不可强化的钢和热处理可强化的钢,常用钢号见表 1。

表 1 常用的不锈钢和耐热钢钢号

热 处 理 不 可 强 化 的 钢	热 处 理 可 强 化 的 钢
0Cr18Ni9	1Cr13, 2Cr13, 3Cr13
1Cr18Ni9	4Cr13, 1Cr17Ni2
2Cr18Ni9	2Cr13Ni2, 9Cr18
1Cr18Ni9Ti	9Cr18MoV, 2Cr3WMoV
2Cr13Ni4Mn9	1Cr11Ni2W2MoV
1Cr23Ni18	1Cr12Ni2WMoVNb
4Cr14Ni14W2Mo	3Cr13Ni7Si2
2Cr18Ni8W2	4Cr10Si2Mo
1Cr21Ni5Ti	1Cr14Ni3W2VB
1Cr18Mn8Ni5N	0Cr17Ni7Al
1Cr19Ni11Si2AlTi	0Cr17Ni4Cu4Nd
1Cr14Mn14Ni	0Cr15Ni7Mo2Al
1Cr14Mn14Ni3Ti	3Cr13Mo

#### 5 热处理方法与选择

##### 5.1 热处理不可强化的不锈钢和耐热钢

5.1.1 要求提高抗腐蚀性能和塑性、消除冷作硬化的工件,应进行固溶处理。

5.1.2 对于形状复杂不宜固溶处理的工件,可进行去应力退火。

5.1.3 含钛或铌的不锈钢,为了获得稳定的抗腐蚀性能,可进行稳定化退火。

##### 5.2 热处理可强化的不锈钢和耐热钢

5.2.1 要求提高强度、硬度和抗腐蚀性能的工件,应进行淬火加低温回火处理。

5.2.2 要求较高的强度和弹性极限、而对抗腐蚀性要求不高的工件,应进行淬火加中温回火处理。

5.2.3 要求得到良好的力学性能和一定的抗腐蚀性能的工件,应进行淬火加高温回火处理。

5.2.4 要求消除加工应力、降低硬度和提高塑性的工件,可进行退火处理。

5.2.5 要求改善原始组织的工件,可进行正火加高温回火的预备热处理。

5.2.6 要求得到良好的力学性能和抗腐蚀性能的沉淀硬化型不锈钢工件,可进行固溶加时效,固溶加深冷处理或冷变形加时效等调整处理。

##### 5.3 焊接组合件

5.3.1 由热处理可强化的不锈钢和耐热钢构成的焊接组合件,根据工件图样的要求,可进行淬火加回火或去应力退火。

5.3.2 由热处理不可强化的不锈钢和耐热钢构成的焊接组合件，要求改善焊缝区域组织和抗腐蚀性能以及较充分地消除应力时，可进行固溶处理。对于形状复杂不宜进行固溶处理的焊接组合件，可采用去应力退火。

5.3.3 由热处理可强化与不可强化的不锈钢和耐热钢构成的焊接组合件，当要求以抗腐蚀性能为主时，应进行固溶处理加低温回火；当要求以力学性能为主时，应进行淬火加低温或中温回火处理。对于形状复杂的焊接组合件，可进行去应力退火或高温回火。

## 6 设备

### 6.1 加热设备

6.1.1 不锈钢和耐热钢工件可以用空气电阻炉、盐浴炉、保持气氛炉、真空炉等加热。对于具有成品尺寸的工件、薄壁工件、螺栓等，一般应在保护气氛炉、真空炉中加热，也可以用涂料保护在空气电阻炉中加热。

6.1.2 各类加热设备应具备能自动调节、记录和超温报警的温度控制装置。

6.1.3 加热炉的分类及技术要求，应符合表2中Ⅲ~Ⅳ类设备的规定。

表2 加热炉的分类及技术要求

设备类别	有效加热区的温度偏差 ℃	控温精度 ℃	仪表精度等级 (不低于)	记录纸读数 ℃/mm
I	±3	±1	0.25	≤2
II	±5	±1.5	0.3	≤4
III	±10	±5	0.5	≤5
IV	±15	±8		≤6
V	±20	±10		≤8
VI	±25			≤10

6.1.4 加热炉有效加热区的测定方法、检验周期及检定设备的技术要求，按 GB/T 9452 的规定执行。

6.1.5 保护气氛加热炉中的保护气氛应能调节和控制。保护气不能直接冲击工件。

6.1.6 真空热处理炉的压升率，在真空度高于 0.13 Pa 的状态下，应小于 1.33 Pa/h；炉内真空度和气氛应根据热处理工艺的要求进行调节。

### 6.2 冷却设备

6.2.1 淬火槽的容积应保证在连续生产的条件下具有足够的冷却能力，并应有槽盖。

6.2.2 淬火槽应具有冷却循环系统以及搅拌装置，必要时应具备加热装置，但不推荐用压缩空气搅拌。

6.2.3 在淬火槽内应安装感温元件，其测温仪表的分辨力小于或等于 5℃。

6.2.4 淬火油槽的油温应保持在 20~100℃ 之间。

除非另有规定，淬火水槽的水温应保持在 10~40℃。

6.2.5 盐浴加热用淬火槽用水应定期更换。

### 6.3 清洗设备

6.3.1 洗涤槽或洗涤剂应能满足工件洗涤质量的要求。

6.3.2 采用氯溶剂或对环境产生污染的其它化学溶剂洗涤时, 洗涤槽或洗涤机应具备抽风和排污装置。

## 7 工艺材料

7.1 常用的工艺材料应符合表 3 的技术要求。

表 3 常用工艺材料的技术要求

序号	名称	技术条件	用途
1	氩气	GB/T 4842	保护加热和冷却
2	氮气	纯度 $\geq 99.995\%$ , 氧 $< 15 \times 10^{-6}$ , 水 $< 30 \times 10^{-6}$	
3	氢气		保护加热与氮气混合使用
4	氨	GB 536 1 级	保护加热
5	氯化钠	JB/T 9202	加热
6	氯化钾		
7	氯化钡		
8	酒精	GB/T 394.1	清洗
9	洗涤剂	—	
10	冷却油	GB 443 N15、N32	淬火、回火冷却
11	有机淬火剂	—	淬火

7.2 热处理保护涂料不应対工件产生不良影响, 在热处理后应能很容易清除掉; 并对环境不产生污染。

## 8 工艺过程

### 8.1 清洗

8.1.1 工件及夹具在热处理前均应清除油污、残盐、油漆等外来物。

8.1.2 在真空炉中首次使用的夹具, 应预先在不低于工件所要求的真空度下进行除气净化处理。

### 8.2 装炉

8.2.1 在热处理过程中容易产生变形的工件, 应在专用夹具上进行加热。

8.2.2 工件应置于有效加热区内。

### 8.3 预热

8.3.1 对于形状复杂或截面有急剧变化以及有效厚度较大的工件, 应进行预热。

8.3.2 预热的方法有:

- a) 一次预热为  $800^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 二次预热为  $500\text{--}650^{\circ}\text{C}$  和  $850^{\circ}\text{C}$ ;
- c) 计算机限速升温。

### 8.4 加热

8.4.1 根据工件的材料以及对表面质量的要求, 应正确选用加热设备、加热介质和加热方法。

8.4.2 有凹槽、盲孔的工件, 铸件和焊接件以及加工成形的不锈钢工件, 一般不宜在盐浴中加热。

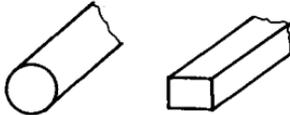
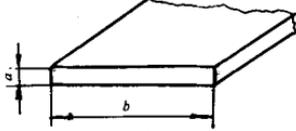
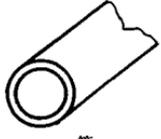
8.4.3 工件加热应有足够的保温时间。可根据工件的有效厚度和条件厚度 (实际厚度乘以工件形状系

数), 参照表 4 和表 5 进行计算。

表 4 保温时间的计算

加热设备	工 件 厚 度 $\delta$		
	正火、淬火或固溶		不完全退火, 去应力退火或高温回火
	钣金、焊接件	棒、锻件	钣金、焊接件、棒、锻件
空气电炉 (保护气氛炉)	$(5\sim 10) \text{ min} + (0.5\sim 1) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$	$(10\sim 30) \text{ min} + (2\sim 3) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$	$> 300^\circ\text{C}$ , $(60\sim 80) \text{ min} + (1\sim 3) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$ $\leq 300^\circ\text{C}$ , 120~180 min
盐浴炉	$(3\sim 5) \text{ min} + (0.5\sim 1) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$	$(5\sim 10) \text{ min} + (0.5\sim 1) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$	$(15\sim 20) \text{ min} + (0.5\sim 1) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$
真空炉	$\leq 750^\circ\text{C}$ $(10\sim 15) \text{ min} + (3\sim 4) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$		$(60\sim 80) \text{ min} + (3\sim 4) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$
	$> 750^\circ\text{C}$		
	$(10\sim 15) \text{ min} + (1\sim 2) \text{ min/mm} \times \delta \text{ mm}$		
注			
1 真空炉中加热时间计算公式系指内热式真空炉; 外热式真空炉加热时间可适当延长。			
2 式中: $\delta$ 为工件有效厚度或条件厚度, mm。			

表 5 工件形状系数

形 状	系 数
 球                      正方体	0.75
 圆棒                      方棒	1.00
 板	$b \leq 2a$ 1.50 $2a < b \leq 4a$ 1.75 $b > 4a$ 2.00
 管	两端开口短管 $\leq 2.00$ 一端封闭管      2.00~4.00 长管或两端封闭管 $> 4.00$

## 8.5 冷却

8.5.1 马氏体不锈钢和耐热钢工件空冷时，应散放在干燥处。

8.5.2 马氏体不锈钢和耐热钢淬火冷至室温后方可进行清洗、深冷处理或回火。

8.5.3 马氏体不锈钢和耐热钢工件淬火后应及时回火，时间间隔一般不宜超过 4 h；含碳量较低、形状简单的工件，不应超过 16 h。

8.5.4 由马氏体不锈钢和耐热钢组成的焊接组合件，焊接和其后的热处理之间的时间间隔不应超过 4 h。

## 8.6 清理

8.6.1 热处理后可根据工件要求和表面状况采用碱液、水溶性清洗剂、氯溶剂及喷砂、喷丸等方法进行清理。

8.6.2 不锈钢和耐热钢工件，尤其是焊接组合件，热处理后一般不宜采用酸洗的方法进行清理。

## 8.7 校正

8.7.1 工件应采用静负荷进行校正，一般不宜局部敲击。

8.7.2 马氏体不锈钢和耐热钢工件，校正后应在低于原回火温度的条件下进行去应力退火。

8.7.3 形状复杂或尺寸要求严格的工件，在回火时用定形夹具结合回火进行校正。

8.7.4 奥氏体不锈钢工件，校正后在 300℃ 以下进行去应力退火。

## 8 热处理规范

不锈钢和耐热钢的热处理规范参照表 6 和表 7。

表 6 不完全退火、去应力退火或高温回火及正火的热处理规范

组织类型	序号	钢号	不完全退火			正火			去应力退火或高温回火								
			加热温度 ℃	冷却 介质	布氏硬度 HB	加热温度 ℃	冷却 介质	布氏硬度 HB	加热温度 ℃	冷却 介质	布氏硬度 HB						
马氏体	1	1Cr13	730~780 850~900	空气	≤229 ≤170	—	—	—	—	—	—						
	2	2Cr13	870~900		炉冷							≤187					
	3	3Cr13		≤206													
	4	4Cr13		≤229													
	5	2Cr13Ni2		206~285													
	6	1Cr17Ni2	—	—	—							—	—	670~690	空气	≤285	
	7	1Cr11Ni2W2MoV										900~1010	空气	730~750		197~269	
	8	1Cr12Ni2WMoVNb										—	—	680~720		229~320	
	9	1Cr14Ni3W2VB	880~920	炉冷	1140~1160 930~950							空气	670~690	197~285			
	10	9Cr18			≤269							—	—	730~790	≤269		
	11	9Cr13MoV			≤241							—	—	730~790	≤254		
	12	3Cr13Ni7Si2	—	淬火并退火与回火：1040~1070℃，水冷，860~880℃保温 6h，随炉冷却至 300℃后空冷，660~680℃空冷								—	—	—			
	13	4Cr10Si2Mo	等温退火	退火：1000~1040℃，保温 1h，随炉冷却至 750℃，保温 3~4 h，空冷								—	—	197~269			
	14	2Cr3WMoV	—	—	—							1040~1060	空气	—	740~760	空气	187~269
	15	3Cr13Mo	870~900	炉冷	229							—	—	730~780	—	≤229	

注：炉冷至 600℃ 以下空冷。

表 7 淬火或固溶处理、回火或时效的热处理规范

组织类别	序号	钢号	淬火或固溶处理		按强度选择的回火或时效规范			按硬度选择的回火或时效规范		
			加热温度 ℃	冷却介质	抗拉强度 MPa	回火或时效温度 <sup>1)</sup> ℃	冷却 介质	布氏硬度 HB	回火或时效温度 <sup>1)</sup> ℃	冷却 介质
马氏体	1	1Cr13	1000~1050	油或空气	780~980	580~650	油或水	254~302	580~650	油或水
					880~1080	560~620		285~341	560~620	
					980~1180	550~580		354~362	550~580	
					1080~1270	520~560		341~388	520~560	
					> 1270	< 300	空气	> 388	< 300	空气
	2	2Cr13	980~1050	油或空气	690~880	640~690	油或空气	229~269	650~690	油或空气
					880~1080	560~640		254~285	600~650	
					980~1180	540~590		285~341	570~600	
					1080~1270	520~560		341~388	540~570	
					1180~1370	500~540	388~445	510~540		
	> 1370	< 350	空气	> 445	< 350	空气				
	3	3Cr13	980~1050	油或空气	880~1080	580~620	油或水	254~285	620~680	油或水
					980~1180	560~610		285~341	580~610	
					1080~1270	550~600		341~388	550~600	
					1180~1370	540~590		388~445	520~570	
					1270~1470	530~570	445~514	500~530		
	> 1470	< 350	空气	> 514	< 350	空气				
	4	4Cr13	1000~1050	油或空气	980~1180	590~640	油或水	285~341	600~650	油或水
					1080~1270	570~620		341~388	570~610	
					1180~1370	550~600		388~445	530~580	
1270~1470					540~580	—		—		
1370~1570					300~370	445~514	300~370			
> 1570	< 350	空气	> 514	< 350	空气					
5	2Cr13Ni2	1000~1020	油或空气	880~1080	580~680	油	269~302	580~680	油	
				980~1180	540~630		285~362	540~630		
				1080~1270	520~580		302~388	520~580		
				1180~1370	500~540		362~445	500~540		
		900~930	1370~1570	< 300	空气	≥44 HRC	< 300	空气		

表 7 (续)

组织类别	序号	钢号	淬火或固溶处理		按强度选择的回火或时效规范			按硬度选择的回火或时效规范		
			加热温度 ℃	冷却 介质	抗拉强度 MPa	回火或时 效温度 ℃	冷却 介质	布氏硬度 HB	回火或时 效温度 ℃	冷却 介质
马氏体 型	6	1Cr17Ni2	950~1040	油	690~880	580~680	油或水	229~269	580~700	油或水
					780~980	590~650		254~302	600~680	
					880~1080	540~600		285~341	520~580	
					980~1180	500~560		320~375	480~540	
					1080~1270	480~540		—	—	
					> 1270	300~360	空气	> 375	< 350	空气
	7	1Cr11Ni2W2MoV	990~1010	油或空气	< 880	680~740	空气	241~285	680~740	空气
					880~1080	640~680		269~320	650~710	
					> 1080	550~590		311~388	550~590	
	8	1Cr12Ni2WMoVNB	1140~1160	油或空气	< 880	680~740	空气	241~285	680~740	空气
					880~1080	640~680		269~320	680~710	
					> 1080	570~600		320~401	570~600	
	9	1Cr14Ni3W2VB	1040~1060	油或空气	> 930	600~680	空气	285~341	600~680	空气
					> 1130	500~600		330~388	550~600	
10	9Cr18 <sup>2)</sup>	1010~1070	油	—	—	—	50~55HRC	250~380	空气	
							> 55HRC	160~250		
11	9Cr18MoV <sup>2)</sup>	1050~1070	油	—	—	—	50~55HRC	260~320	空气	
							> 55HRC	160~250		
12	3Cr13Ni7Si2 <sup>1)</sup>	790~810	油	—	—	—	341~401	—	—	
13	4Cr10Si2Mo	1010~1050	油或空气	—	—	—	302~341	700~760	空气	
14	2Cr3WMoV	1030~1080	油	> 880	660~700	—	285~341	660~700	空气	
奥氏体 型	15	0Cr18Ni9	1050~1100	空气或水	—	—	—	—	—	
	16	1Cr18Ni9	1050~1150	空气或水	—	—	—	—	—	
	17	2Cr18Ni9	1100~1150	空气或水	—	—	—	—	—	
	18	1Cr18Ni9Ti <sup>4)</sup>	1050~1150	空气或水	—	—	—	—	—	
	19	2Cr13Ni4Mn9	1120~1150	空气或水	—	—	—	—	—	
	20	4Cr14Ni4W2Mo	1040~1060	水	—	—	—	197~285	620~680	空气
					—	—	—	179~285	810~830	
	21	2Cr18Ni8W2	1020~1060	水	—	—	—	≤ 276	640~660	空气
—			—	—	—	—	234~276	810~830		
22	1Cr21Ni5Ti	950~1050	空气或水	—	—	—	—	—	—	

表 7 (完)

组织类别	序号	钢号	淬火或固溶处理		按强度选择的回火或时效规范			按硬度选择的回火或时效规范		
			加热温度 ℃	冷却 介质	抗拉强度 MPa	回火或时 效温度 ℃	冷却 介质	布氏硬度 HB	回火或时 效温度 ℃	冷却 介质
奥氏体 型	23	1Cr18Mn8Ni5N	940~960	空气或水	—	—	—	—	—	—
			1060~1080							
	24	1Cr19Ni11Si4AlTi	980~1020	水	—	—	—	—	—	—
	25	1Cr14Mn14Ni	1000~1150	空气或水	—	—	—	—	—	—
	26	1Cr14Mn14Ni3Ti	1050~1100	空气或水	—	—	—	—	—	—
27	1Cr23Ni18	1050~1150	空气或水	—	—	—	—	—	—	
沉淀 硬化 型	28	0Cr17Ni4Cu4Nb <sup>5)</sup>	1030~1050	空气或水	> 930	580~620	空气	30~35HRC	600~620	空气
					> 980	550~580		35~40HRC	550~580	
					> 1080	500~550		38~43HRC	500~550	
					> 1180	480~500		41~45HRC	460~500	
	29	0Cr17Ni7Al <sup>6)</sup>	I: 1050~1070 II: III:	空气或水	—	—	—	—	—	—
					> 1140	—	—	≥39HRC	—	—
					> 1250	—	—	≥41HRC	—	—
	30	0Cr15Ni7Mo2Al <sup>6)</sup>	I: 1050~1070 II: III:	空气或水	—	—	—	—	—	—
					> 1210	—	—	≥40HRC	—	—
					> 1320	—	—	≥41HRC	—	—

1) 在保证强度和硬度的前提下, 回火温度可适当调整。  
2) 当采用上限淬火温度时, 可进行深冷处理, 并低温回火。  
3) 可采用 930~990℃淬火或 850~900℃稳定化退火。  
4) 淬火前应经 1040~1070℃, 水冷, 860~880℃保温 6 h, 随炉冷却至 300℃空冷, 660~680℃空冷。  
5) 如工件要冷变形时, 应当适当提高固溶温度, 进行调整处理, 然后再进行回火处理。  
6) I 处理后可进行冷变形。  
II 或 III 为连续进行的热处理工艺:  
II 1050~1070℃ (空气或水) +760℃ × 90 min (空气) +565℃回火 × 90 min (空气);  
III 1050~1070℃ (空气或水) +950℃ × 10 min (空气) +深冷处理 -70℃ × 8 h, 恢复至室温后再加热到 510℃回火 × (30~60) min, 空冷。

## 10 质量检验

10.1 在热处理过程中应检查工件的热处理工艺规范及有关质量控制的执行情况。

10.2 工件按相应技术文件规定的项目和要求进行检验。

10.3 当力学性能不合格时, 可进行重复热处理。但重复淬火或固溶次数一般不超过两次。工件的补

充回火不算作重复处理。

**10.4** 淬火状态或低温回火后的马氏体不锈钢和耐热钢工件，重复淬火前应进行预热、退火或高温回火。

**10.5** 热处理原始记录应妥善保存备查。

## **11 安全技术**

工件热处理时，按 GB 15735 的有关规定。

---