



中华人民共和国国家标准

GB/T 39191—2020

不锈钢和耐热钢件热处理

Heat treatment for stainless steel and heat resistant steel parts

2020-10-11 发布

2021-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 常用不锈钢和耐热钢分类 2

5 热处理方法及工艺 3

6 设备 9

7 工艺过程..... 10

8 质量控制与检验..... 12

9 安全与环境卫生..... 13

10 能源消耗要求 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国热处理标准化技术委员会(SAC/TC 75)提出并归口。

本标准起草单位:北京机电研究所有限公司、合肥实华管件有限责任公司、珠海格力电器股份有限公司、株洲中车天力锻业有限公司、贵州航宇科技发展股份有限公司、天津市热处理研究所有限公司、北京新立机械有限责任公司、西安福莱特热处理有限公司、常州新区河海热处理工程有限公司。

本标准主要起草人:李俏、张玉成、胡余生、苏立武、谢撰业、宋宝敬、孙晓哲、杨鸿飞、殷和平、王广生。

不锈钢和耐热钢件热处理

1 范围

本标准规定了不锈钢和耐热钢件常用材料、热处理方法及工艺、热处理设备、工艺过程、质量控制与检验、安全与环境卫生、能源消耗等方面的要求。

本标准适用于装备制造业用不锈钢和耐热钢件的热处理,其他行业也可参照执行。

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 7232 金属热处理工艺 术语
- GB/T 9452 热处理炉有效加热区测定方法
- GB 15735 金属热处理生产过程安全、卫生要求
- GB/T 17358 热处理生产电耗计算和测定方法
- GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
- GB/T 27946 热处理工作场所空气中有毒物质的限值
- GB/T 30822 热处理环境保护技术要求
- GB/T 30825 热处理温度测量
- GB/T 32529 热处理清洗废液回收及排放技术要求
- GB/T 32541 热处理质量控制体系
- JB/T 10457 液态淬火冷却设备技术条件

3 术语和定义

GB/T 7232、GB/T 20878 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可热处理强化钢 **heat-treatable steel**

通过适当的热处理能够明显提高强度的钢。

3.2

不可热处理强化钢 **non-heat-treatable steel**

通过热处理不能明显提高强度的钢。

3.3

调整热处理 **adjusting heat treatment**

为改变沉淀硬化型不锈钢的马氏体转变点而进行的固溶处理。

3.4

稳定化处理 **stabilizing treatment**

为提高钢的耐腐蚀性能以及形状或尺寸的稳定性进行的热处理。

注:稳定化处理包括稳定化退火、稳定化回火处理。

4 常用不锈钢和耐热钢分类

不锈钢和耐热钢按热处理分为不可热处理强化钢和可热处理强化钢,按组织类型分为奥氏体型、铁素体型、马氏体型、奥氏体-铁素体型和沉淀硬化型不锈钢。常用不锈钢和耐热钢分类及新旧牌号对照见表 1,表 1 中钢的化学成分符合 GB/T 20878 的规定。

表 1 常用不锈钢和耐热钢分类及牌号

分 类	组织类型	新牌号	旧牌号
不可热处理强化钢	奥氏体型	06Cr19Ni10 ^a	0Cr18Ni9 ^a
		12Cr18Ni9 ^a	1Cr18Ni9 ^a
		12Cr17Ni7	1Cr17Ni7
		17Cr18Ni9	2Cr18Ni9
		07Cr19Ni11Ti	1Cr18Ni11Ti
		06Cr18Ni11Ti ^a	0Cr18Ni11Ti ^a
		06Cr18Ni11Nb ^a	0Cr18Ni11Nb ^a
		20Cr15Mn15Ni2N	2Cr15Mn15Ni2N
		022Cr19Ni10	00Cr19Ni10
		12Cr18Mn9Ni5N	1Cr18Mn8Ni5N
		14Cr23Ni18	1Cr23Ni18
		20Cr13Mn9Ni4	2Cr13Mn9Ni4
		45Cr14Ni14W2Mo ^a	4Cr14Ni14W2Mo ^a
		24Cr18Ni8W2 ^a	2Cr18Ni8W2 ^a
		06Cr17Ni12Mo2 ^a	0Cr17Ni12Mo2 ^a
		022Cr17Ni12Mo2	00Cr17Ni14Mo2
	铁素体型	10Cr17	1Cr17
	奥氏体-铁素体型	12Cr21Ni5Ti	1Cr21Ni5Ti
可热处理强化钢	马氏体型	06Cr13	0Cr13
		12Cr13 ^a	1Cr13 ^a
		20Cr13 ^a	2Cr13 ^a
		30Cr13	3Cr13
		40Cr13	4Cr13
		Y25Cr13Ni2	Y2Cr13Ni2
		68 Cr17	7Cr17
		85 Cr17	8Cr17
		108Cr17	11Cr17
		14Cr17Ni2 ^a	1Cr17Ni2 ^a
		32Cr13Mo	3Cr13Mo

表 1（续）

分 类	组织类型	新牌 号	旧牌 号
可 热 处 理 强 化 钢	马氏体型	95Cr18	9Cr18
		90Cr18MoV	9Cr18MoV
		102Cr17Mo	9Cr18Mo
		13Cr13Mo ^a	1Cr13Mo ^a
		32Cr13Mo	3Cr13Mo
		13Cr14Ni3W2VB ^a	1Cr14Ni3W2VB ^a
		13Cr11Ni2W2MoV ^a	1Cr11Ni2W2MoV ^a
		40Cr10Si2Mo ^a	4Cr10Si2Mo ^a
		158Cr12MoV ^a	1Cr12MoV ^a
		14Cr12Ni2WMoVNb ^a	1Cr12Ni2WMoVNb ^a
	沉淀硬化型	04Cr13Ni8Mo2Al	——
		022Cr12Ni9Cu2NbTi ^a	——
		05Cr15Ni5Cu4Nb	——
		05Cr17Ni4Cu4Nb ^a	0Cr17Ni4Cu4Nb ^a
		07Cr17Ni7Al ^a	0Cr17Ni7Al ^a
		07Cr15Ni7Mo2Al ^a	0Cr15Ni7Mo2Al ^a
		07Cr12Ni4Mn5Mo3Al	0Cr12Ni4Mn5Mo3Al
		09Cr17Ni5Mo3N	——
		06Cr17Ni7AlTi ^a	——
		06Cr15Ni25Ti2MoAlVB ^a	0Cr15Ni25Ti2MoAlVB ^a
^a 耐热钢或可作耐热钢使用。			

5 热处理方法及工艺

5.1 不可热处理强化钢

- 5.1.1 对于要求提高耐腐蚀性能和塑性、消除冷作硬化的工件，应进行固溶处理。
- 5.1.2 对于形状复杂不宜进行固溶处理的工件，可进行去应力退火。
- 5.1.3 含钛或铌的不锈钢件，为了获得稳定的耐腐蚀性能，可进行稳定化退火。
- 5.1.4 对于冷加工硬化的奥氏体不锈钢弹性件，为稳定尺寸，可进行稳定化回火处理。

5.2 可热处理强化钢

5.2.1 预备热处理

- 5.2.1.1 要求消除加工应力、降低硬度和提高塑性以及为了改善钢的切削加工性能和获得最佳组织的工件，可进行退火、两级退火或多级退火处理。

- 5.2.1.2 要求改善原始组织的工件,可进行正火+高温回火的预备热处理。
- 5.2.1.3 对于重要用途的沉淀硬化不锈钢工件应进行去氢处理以消除氢脆的影响。

5.2.2 最终热处理

- 5.2.2.1 要求提高强度、硬度和耐腐蚀性能的工件,应进行淬火+低温回火处理。
- 5.2.2.2 要求较高的强度和弹性极限,对耐腐蚀性能要求不高的工件,应进行淬火+中温回火处理。
- 5.2.2.3 要求得到良好的综合力学性能和一定的耐腐蚀性能的工件,应进行淬火+高温回火处理。
- 5.2.2.4 要求得到良好综合力学性能和耐腐蚀性能的沉淀硬化型不锈钢工件,可进行固溶+时效、固溶+冷处理或冷变形+时效等调整热处理。

5.2.3 重复热处理

- 5.2.3.1 当不锈钢或耐热钢件热处理后其力学性能未满足要求时,可进行重复热处理。但重复淬火或固溶处理次数应不超过两次。工件的补充回火不作为重复热处理。
- 5.2.3.2 淬火状态或低温回火后的马氏体不锈钢和耐热钢,重复淬火前应进行预热、退火或高温回火。

5.3 熔焊组合件

- 5.3.1 由可热处理强化不锈钢和耐热钢构成的熔焊组合件,根据工件图样的要求,可进行淬火+回火或去应力退火。
- 5.3.2 由不可热处理强化的不锈钢和耐热钢构成的熔焊组合件,要求改善焊缝区域组织和耐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熔焊组合件,可采用去应力退火。
- 5.3.3 由可热处理强化与不可强化的不锈钢和耐热钢构成的熔焊组合件,当要求以耐腐蚀性能为主时,应进行固溶处理+低温回火;当要求以力学性能为主时,应进行淬火+低温回火或中温回火处理。对于形状复杂的熔焊组合件,可进行去应力退火或高温回火。

5.4 常用不锈钢和耐热钢件的热处理工艺

- 5.4.1 常用不锈钢和耐热钢热处理工艺方法见表 2。
- 5.4.2 常用不锈钢及耐热钢件退火、正火及高温回火工艺与性能,见表 3。
- 5.4.3 常用不锈钢和耐热钢件淬火、固溶和回火、时效处理工艺与性能见表 4。
- 5.4.4 常用沉淀硬化不锈钢件热处理工艺与性能见表 5。

表 2 常用不锈钢和耐热钢热处理工艺方法

常用不锈钢	热处理工艺
奥氏体型不锈钢及耐热钢	稳定化退火、去应力退火、固溶处理
奥氏体-铁素体型不锈钢	去应力退火、固溶处理
马氏体型不锈钢及耐热钢	完全退火、不完全退火、去应力退火、淬火、回火、冷处理
沉淀硬化型不锈钢	去应力退火、固溶处理、冷处理、时效

表 3 常用不锈钢及耐热钢件退火、正火及高温回火工艺及性能

序号	组织类型	钢号	不完全退火			正火			去应力退火 ^a 或高温回火			
			加热温度/℃	冷却方式	硬度/ HBW	加热温度/℃	冷却方式	硬度/ HBW	加热温度/℃	冷却方式	硬度/ HBW	
1	铁素体型	10Cr17	780~850	空冷或缓冷	≤183	—	—	—	—	—	—	
2	马氏体型	06Cr13	800~900	缓冷	≤183	—	—	—	—	—	—	
3		12Cr13	730~780	空冷	≤229	—	—	—	—	—	—	
			850~900		≤170							
4		20Cr13	870~900	炉冷 ^b	≤187	—	—	—	730~780	空冷	≤229	
5		30Cr13			≤206							
6		40Cr13			≤229							
7		Y25Cr13Ni2	840~860	炉冷 ^b	206~285	—	—	—	730~780		≤254	
8		14Cr17Ni2	—	—	—	—	—	—	670~690		≤285	
9		13Cr11Ni2W2MoV	—	—	—	900~1 010	空冷	—	730~750		197~269	
10		14Cr12Ni2WMoVNb ^c	—	—	—	1 140~1 160	空冷	—	680~720		229~320	
11		13Cr14Ni3W2VB ^d	—	—	—	930~950	空冷	—	670~690		197~285	
12		95Cr18	880~920	炉冷 ^b	≤269	—	—	—	730~790		≤269	
13		90Cr18MoV	880~920	炉冷 ^b	≤241	—	—	—	730~790	≤254		
14		40Cr10Si2Mo	等温退火:1 000℃~1 040℃,保温1 h,随炉冷却至750℃,保温3 h~4 h,空冷									197~269
15		13Cr13Mo	820~920	缓冷或约750℃快冷	≤200	—	—	—	650~750	快冷	192	
16		32Cr13Mo	870~900	炉冷 ^b	≤229	—	—	—	730~780	空冷	≤229	
17		158Cr12MoV	840~880	炉冷 ^b	206~254	—	—	—	—	—	—	
18	68Cr17	820~920	缓冷	≤225	—	—	—	—	—	—		
19	85Cr17	820~920	缓冷	≤225	—	—	—	—	—	—		
20	108Cr17	800~920	缓冷	≤269	—	—	—	—	—	—		
^a 去应力退火的加热温度可以适当降低。												
^b 炉冷至600℃以下空冷。												
^c 允许不经正火只进行回火。												
^d 正火并回火。												

表 4 常用不锈钢和耐热钢件淬火、固溶和回火、时效处理工艺及性能

序号	组织类型	钢号	淬火或固溶处理		按强度选择的回火或时效			按硬度选择的回火或时效		
			加热温度/℃	冷却方式	抗拉强度/ MPa	回火或时效温度 ^a /℃	冷却方式	硬度/ HBW	回火或时效温度 ^a /℃	冷却方式
1	马氏体型	12Cr13	1 000～ 1 050	油冷或 空冷	780～980	580～650	油冷 或 水冷	254～302	580～650	油冷 或 水冷
					880～1 080	560～620		285～341	560～620	
					980～1 180	550～580		254～362	550～580	
					1 080～1 270	520～560		341～388	520～560	
					>1 270	<300	空冷	>388	<300	空冷
2		20Cr13	980～ 1 050	油冷或 空冷	690～880	640～690	油冷 或 空冷	229～269	650～690	油或 空冷
					880～1 080	560～640		254～285	600～650	
					980～1 180	540～590		285～341	570～600	
					1 080～1 270	520～560		341～388	540～570	
					1 180～1 370	500～540		388～445	510～540	
					>1 370	<350	空冷	>445	<350	
3		30Cr13	980～ 1 050	油冷或 空冷	880～1 080	580～620	油冷 或 水冷	254～285	620～680	油冷 或 水冷
					980～1 180	560～610		285～341	580～610	
					1 080～1 270	550～600		341～388	550～600	
					1 180～1 370	540～590		388～445	520～570	
					1 270～1 470	530～570		445～514	500～530	
					>1 470	<350	空冷	>514	<350	空冷
4		40Cr13	1 000～ 1 050	油冷或 空冷	980～1 180	590～640	油冷 或 水冷	285～341	600～650	油冷 空冷
					1 080～1 270	570～620		341～388	570～610	
					1 180～1 370	550～600		388～445	530～580	
					1 270～1 470	540～580		—	—	
					1 370～1 570	300～357		445～514	300～370	空冷
					>1 570	<350	空冷	>514	<350	
5		Y25Cr13Ni2	1 000～ 1 020	油冷或 空冷	880～1 080	580～680	油冷 或 水冷	269～302	580～680	油冷 或 水冷
					980～1 180	540～630		285～362	540～630	
					1 080～1 270	520～580		302～388	520～580	
					1 180～1 370	500～540		362～445	500～540	
					1 370～1 570	<300	空冷	≥44 HRC	<300	空冷
			900～930							

表 4 (续)

序号	组织类型	钢号	淬火或固溶处理		按强度选择的回火或时效			按硬度选择的回火或时效		
			加热温度/℃	冷却方式	抗拉强度/ MPa	回火或时效温度 ^a /℃	冷却方式	硬度/ HBW	回火或时效温度 ^a /℃	冷却方式
6	马氏体型	14Cr17Ni2	950~1 040	油冷	690~880	580~680	油冷 或 水冷	229~269	580~700	油或 空冷
					780~980	590~650		254~302	600~680	
					880~1 080	540~600		285~341	520~580	
					980~1 180	500~560		320~375	480~540	
					1 080~1 270	480~547		—	—	
					>1 270	300~360	空冷	>375	<350	空冷
7		13Cr11Ni2W2MoV	990~1 010	油冷或空冷	<880	680~740	空冷	241~258	680~740	空冷
					880~1 080	640~680		269~320	650~710	
					>1 080	550~590		311~388	550~590	
8		14Cr12Ni2WMoVN ^b	1 140~1 160	油冷或空冷	<880	680~740	空冷	241~258	680~740	空冷
					880~1 080	640~680		269~320	650~710	
					>1 080	570~600		320~401	570~600	
9		13Cr14Ni3W2VB	1 040~1 060	油冷或空冷	>930	600~680	空冷	285~341	600~680	空冷
					>1 130	500~600		330~388	550~600	
10		95Cr18 ^b	1 010~1 070	油冷	—	—	—	50~55 HRC	250~380	空冷
>55 HRC								160~250		
11		90Cr18MoV ^b	1 050~1 070	油冷	—	—	—	50~55 HRC	260~320	空冷
								>55 HRC	160~250	
12		4Cr10Si2Mo	1 010~1 050	油冷或空冷	—	—	—	302~341	700~760	空冷
13	奥氏体型	06Cr19Ni10	1 050~1 100	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—
14		12Cr17Ni7	1 010~1 150	水冷	—	—	—	—	—	—
15		12Cr18Ni9	1 050~1 150	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—
16		17Cr18Ni9	1 100~1 150	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—
17		20Cr13Mn9Ni4	1 120~1 150	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—
18		45Cr14Ni14W2Mo	1 040~1 060	水冷	—	—	—	197~285	620~680	空冷
			—	—	—	—	—	179~285	810~830	
19		24Cr18Ni8W2	1 020~1 060	水冷	—	—	—	≤276	640~660	空冷
			—	—	—	—	—	234~276	810~830	
20		06Cr18Ni11Ti	920~1 150	空冷、油冷、 水冷	—	—	—	—	—	—
21		06Cr18Ni11Nb	980~1 150	空冷、油冷、 水冷	—	—	—	—	—	—
22		12Cr18Mn8Ni5N	1 010~1 120	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—
23		14Cr23Ni18	1 050~1 150	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—

表 4（续）

序号	组织类型	钢号	淬火或固溶处理		按强度选择的回火或时效			按硬度选择的回火或时效		
			加热温度/℃	冷却方式	抗拉强度/MPa	回火或时效温度 ^a /℃	冷却方式	硬度/ HBW	回火或时效温度 ^a /℃	冷却方式
24	奥氏体-铁素体型	12Cr21Ni5Ti	950~1 050	空冷或水冷	—	—	—	—	—	—
^a 在保证强度和硬度的前提下,回火温度可适当调整。 ^b 当采用上限淬火温度时,可进行冷处理,并低温回火。										

表 5 常用沉淀硬化型不锈钢及耐热钢热处理工艺及性能

序号	钢号	固溶热处理	按强度选择		按硬度选择	
			抗拉强度/MPa	回火或时效	硬度/ HBW	回火或时效
1	05Cr17Ni4Cu4Nb ^a	1 030 ℃~1 050 ℃,空冷或水冷	>930	580 ℃~620 ℃,空冷	30~35 HRC	600 ℃~620 ℃,空冷
			>980	550 ℃~580 ℃,空冷	35~40 HRC	550 ℃~580 ℃,空冷
			>1 080	500 ℃~550 ℃,空冷	38~43 HRC	500 ℃~550 ℃,空冷
			>1 180	480 ℃~500 ℃,空冷	41~45 HRC	460 ℃~500 ℃,空冷
2	07Cr17Ni7Al ^b	1 050 ℃~1 070 ℃,空冷或水冷	—	—	—	—
		1 050 ℃~1 070 ℃,空冷或水冷+760 ℃×1.5 h,空冷+565 ℃×1.5 h,空冷	>1 140	—	≥39 HRC	—
		1 050 ℃~1 070 ℃,空冷或水冷+950 ℃×10 min,空冷+冷处理(−70 ℃×8 h),恢复至室温后再加热 510 ℃×(30 min~60 min),空冷	>1 250	—	≥41 HRC	—

表 5 (续)

序号	钢号	固溶热处理	按强度选择		按硬度选择	
			抗拉强度/ MPa	回火或时效	硬度/ HBW	回火或时效
3	07Cr15Ni7Mo2Al	1 050 ℃ ~ 1 070 ℃, 空冷或水冷	—	—	—	—
		1 050 ℃ ~ 1 070 ℃, 空冷或水冷 + 760 ℃ × 1.5 h, 空冷 + 565 ℃ × 1.5 h, 空冷	>1 210	—	≥40 HRC	—
		1 050 ℃ ~ 1 070 ℃, 空冷或水冷 + 950 ℃ × 10 min, 空冷 + 冷处理(−70 ℃ × 8 h), 恢复至室温后再加热 510 ℃ × (0.5 h ~ 1 h), 空冷	>1 250	—	≥41 HRC	—
^a 如工件需冷变形时, 应适当提高固溶温度, 进行调整热处理, 然后再进行回火处理。 ^b 经 1 050 ℃ ~ 1 070 ℃ 加热后可进行冷变形。						

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、保护气氛炉、真空炉等加热。对于成品工件、薄壁工件、螺栓等,应在保护气氛炉或真空炉中加热。沉淀硬化型不锈钢成品件淬火(固溶)处理应使用真空炉。
- 6.1.2 加热炉有效加热区温度应按 GB/T 9452 的方法进行测定。淬火和回火用加热炉应不低于Ⅲ类炉,沉淀硬化型不锈钢和耐热钢时效处理用加热炉应不低于Ⅱ类炉。温度均匀性检验周期应符合 GB/T 30825和 GB/T 32541 中的有关规定。
- 6.1.3 加热炉温度监控系统应符合 GB/T 32541 中的有关规定,每个加热区都应配备自动控制、记录和报警的温度仪表。
- 6.1.4 加热炉的仪表类型及系统准确度要求和校验周期应符合 GB/T 32541 中的有关规定。
- 6.1.5 保护气氛加热炉中的气氛应能调节和控制。保护气氛进入加热炉时,不应直接冲刷工件及对工件产生不良影响。当温度低于 770 ℃时,可以使用氮气作为保护气氛,但不应使用从氨中分解出的氮作为保护气氛;温度高于 770 ℃时,不应使用氮气作为保护气氛进行退火或固溶处理。
- 6.1.6 真空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能根据热处理工艺的要求进行调节。

6.2 冷却设备

- 6.2.1 冷却设备应符合 JB/T 10457 的规定。
- 6.2.2 冷却装置的容积应保证在连续生产条件下具有足够的冷却能力。
- 6.2.3 冷却装置应配备冷却循环系统以及搅拌装置(禁止用压缩空气搅拌),必要时应配备加热装置。
- 6.2.4 冷却装置内应安装测温仪表,其分辨率不大于 5 ℃。

6.2.5 冷却装置内的油温应控制在 20℃~80℃,水温应保持在 10℃~40℃。

6.3 清洗设备

清洗设备应能满足工件清洗质量的要求,同时还应具备满足环保要求的装置。

7 工艺过程

7.1 生产前准备

7.1.1 热处理前应检查零件材料,确认技术要求和热处理工艺并选择合理的热处理设备及其工艺材料,其过程应符合 GB/T 32541 的要求。

7.1.2 真空热处理绑扎零件的铁丝应去掉镀锌层。

7.1.3 真空淬火油首次加入或每次补充添加新油后应进行脱气。

7.2 清洗和清理

7.2.1 清洗和清理不应使工件产生有害影响。

7.2.2 工件及夹具在热处理前均应先清洗油污、残盐、油漆等污物,并进行烘干。

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

7.2.4 不锈钢和耐热钢工件尤其是熔焊组合件,热处理后不宜采用酸洗的方法清洗,可根据工件要求和表面状况采用水溶性清洗剂或碳氢清洗剂进行清洗,废液回收或排放应符合 GB/T 32529 的规定。

7.2.5 用喷砂或喷丸的方法进行清理。

7.3 装炉

7.3.1 工件应放置在加热炉的有效加热区内。

7.3.2 对热处理过程中容易产生变形的工件应采用专用夹具。

7.3.3 料盘、料筐或夹具应使用不锈钢或耐热钢制作。

7.3.4 回火时装炉温度不应超过规定的回火温度。

7.4 加热

7.4.1 对形状复杂或截面有急剧变化以及有效厚度较大的工件应控制升温速率,必要时进行预热,以减少变形和防止开裂,预热方法有:

- a) 一段预热:800℃~850℃;
- b) 两段预热:500℃~650℃和 800℃~850℃。

7.4.2 工件加热应有足够的保温时间,保温起始时间是从工作区最后一支记录热电偶达到设定温度下限开始计算。

7.4.3 保温时间的长短可根据零件的形状和尺寸、加热温度、加热介质、加热方式、装炉方式及装炉量等因素进行调整,经过预热的工件,保温时间可适当缩短。

一般情况下,保温时间确定方法有:

- a) 在单层散放情况下保温时间按工件的有效厚度或条件厚度计算,见表 6;而有效厚度或条件厚度为实际厚度乘以工件的形状系数,见表 7。
- b) 密集堆放时保温时间应根据工件最大堆积有效厚度或条件厚度计算,当装炉量对热传导有较大影响时,允许根据工件的装炉系数增加保温时间,即按有效厚度或条件厚度计算的保温时间再乘以装炉系数,工件的装炉系数见表 8。
- c) 对保温时间有特殊要求的工件按图纸技术要求执行。

表 6 保温时间

加热设备	保温时间/min				
	正火、淬火或固溶处理		不完全退火、去应力退火或高温回火		
	板材、焊接件	棒材、锻件	板材、焊接件、棒材、锻件		
空气电炉 (保护气氛炉)	(5~10) min + (0.5~1) min/mm×δ	(10~30) min + (2~3) min/mm×δ	>300 ℃ , (60~80) min + (1~3) min/mm×δ		
			≤750 ℃ , 120 min~180 min		
真空炉 ^a	≤750 ℃ , (10~15)min + (3~4)min/mm×δ		(60~80) min + (3~4) min/mm×δ		
	>750 ℃ , (10~15)min + (1~2)min/mm×δ				
注：表中“δ”为工件有效厚度或条件厚度,单位为毫米(mm)。					
^a 真空炉中保温时间计算公式系指内热式真空炉;外热式真空炉保温时间可适当延长。					

表 7 工件形状系数

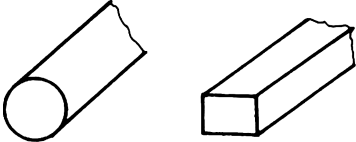
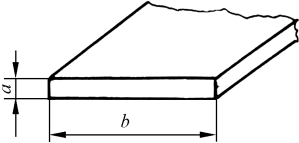
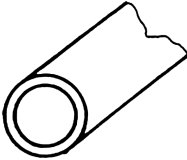
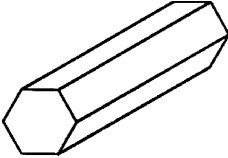
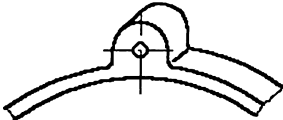
序号	形状	示意图	系数
1	球、正方体		0.75
2	圆棒、方棒		1.00
3	板	 <i>a</i> 为板的厚度; <i>b</i> 为板的宽度	$b \leq 2a$: 1.50 $2a < b \leq 4a$: 1.75 $b > 4a$: 2.00
4	管		两端开口短管: ≤2.00 一端封闭管: 2.00~4.00 长管或两端封闭管: >4.00
5	六角棒		1.25
6	具有加厚部分的吊耳形		1.5

表 7 (续)

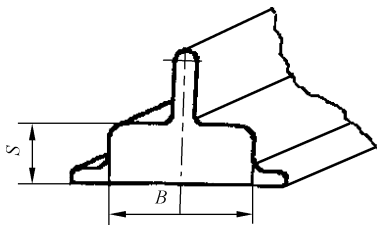
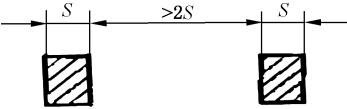
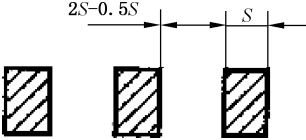
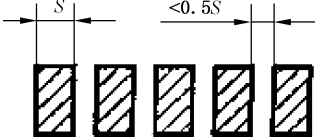
序号	形状	示意图	系数
7	复杂截面工件	 S 为厚度, B 为宽度	$B < 2S: 1.50$ $2S \leq B \leq 4S: 1.75$ $B > 4S: 2.00$

表 8 工件装炉系数

序号	装炉情况	工件间相对位置	装炉系数
1	少量		1.0
2	有一定空隙		1.3~1.4
3	密集放置		2.0
注: S 为工件条件厚度。			

7.5 冷却

- 7.5.1 马氏体不锈钢和耐热钢工件空冷时,应散放在干燥处。
- 7.5.2 马氏体不锈钢和耐热钢淬火冷至室温后方可进行清洗、冷处理或回火。
- 7.5.3 马氏体不锈钢和耐热钢工件淬火后应及时回火,时间间隔不宜超过 4 h。
- 7.5.4 马氏体不锈钢和耐热钢组成的熔焊组合件,焊接和其后的热处理之间的时间间隔不宜超过 4 h。

7.6 校正

- 7.6.1 工件应在静负荷条件下进行校正,一般不宜局部敲击。
- 7.6.2 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。
- 7.6.3 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。
- 7.6.4 奥氏体不锈钢工件校正后,在 300 ℃ 以下进行去应力退火。

8 质量控制与检验

- 8.1 热处理工艺质量控制要求应符合 GB/T 32541 的相关规定。

- 8.2 工件按相应技术文件规定的项目和要求进行检验。
- 8.3 热处理原始记录应按规定填写并妥善保管。
- 8.4 根据要求可按每批或每炉开具质量报告,报告内容包含但不限于:
- 工件的名称和图号;
 - 产品的技术要求;
 - 工件材料牌号;
 - 单件重量及数量;
 - 热处理设备;
 - 质量检验结果;
 - 操作者姓名或代号;
 - 质量检验员姓名或代号;
 - 报告日期。

9 安全与环境卫生

- 9.1 工件热处理生产过程中的安全卫生按 GB 15735 的有关规定执行。
- 9.2 工件热处理生产过程中,对环境的影响应符合 GB/T 30822、GB/T 32529 和 GB/T 27946 的规定。

10 能源消耗要求

不锈钢与耐热钢件各种热处理时的能源消耗应符合 GB/T 17358 的有关规定。
