

## 热处理工艺分类

工艺总称	工艺类别	工艺名称	加热方法
热处理	整体热处理	退火	加热炉
		正火	
		淬火	加热炉、感应
		淬火和回火	感应
		调质	
		稳定化处理	火焰、点阻
		固溶处理；水韧处理	
		固溶处理和时效	点阻
	表面热处理	表面淬火和回火	点阻
		物理气相沉积	
		化学气相沉积	激光
		等离子体化学气相沉积	
	化学热处理	渗碳	电子束
		碳氮共渗	
		渗氮	
		氮碳共渗	等离子体
		渗其他非金属	
		渗金属	等离子体、其他
多元共渗		其他	
溶渗			

### 一. 退火

类别	工艺名称	工艺特点	主要目的	应用范围
第一类退火	扩散退火	加热至 $Ac_3+150\sim 200^\circ C$ ，长时间保温后缓冷	成分和组织均匀化	铸件及具有成分偏析的锻轧件等
	再结晶退火	加热至再结晶温度 $T_z+100\sim 250^\circ C$ ，保温后缓冷	消除加工硬化	冷变形钢材和纲件
	去氢退火	热变形加工后的钢件直接冷至 C 曲线鼻尖附近等温	消除钢中的氢	钢中含氢量较多的大型锻件
	去应力退火	加热至 $Ac_1-100\sim 200^\circ C$ ，保温后缓冷	消除内应力	铸件、焊接件及锻轧件等

第 二 类 退 火	完全退火	加热至 $Ac_3+30\sim 50^\circ C$ ，保温后缓冷	细化组织，降低硬度	中碳钢及中碳合金钢，铸、焊、锻、轧制等
	不完全退火	加热至 $Ac_1+30\sim 50^\circ C$ ，保温后缓冷	细化组织，降低硬度	晶粒未粗化的锻轧件等
	等温退火	加热至 $Ac_3+30\sim 50^\circ C$ （亚共析钢）或 $Ac_1+20\sim 40^\circ C$ （共析钢和过共析钢），保温后等温（稍低于 $Ar_1$ ）冷却	细化组织，降低硬度	大型锻铸件及冲压件等（组织与硬度较为均匀）
	球化退火	加热至 $Ac_1+10\sim 20^\circ C$ 或 $Ac_3-20\sim 30^\circ C$ ，保温后等温冷却或缓冷	碳化物球状化，降低硬度，提高塑性	共析钢=过共析钢锻轧件，结构钢冷挤压件

## 二. 正火

### 1. 正常正火

(1) 对过共析碳钢及合金钢，通过正火时的加热及其随后的空冷或强制冷却可消除网状碳化物，细化片状珠光体组织，有利于在球化退火中**获得均匀细小的球状碳化物，以改善钢的组织与性能。**

(2) 对于低碳钢和某些低合金结构钢，由于退火组织中**铁素体量过多，硬度偏低**在切削加工时易产生“粘刀”现象，采用正火处理（冷却速度快）可得到量多且细小的珠光体组织，**提高硬度，以改善切削加工性能。**

(3) 对于中低碳钢和合金结构钢，**通过正火可消除应力，细化组织，可代替完全退火而作为淬火前的预先热处理。**

(4) 对于某些碳钢、低合金的**淬火返修件**，以消除内应力和细化组织，**防止重淬时产生变形与开裂。**

(5) 由于正火组织比较细，比退火状态具有较好的综合力学性能，所以对于某些要求不很高的普通结构件，正火可以作为最终的热处理而直接使用。

### 2. 高温正火

将铸、锻件加热到  $Ac_3$  以上  $100\sim 500^\circ C$  的正火工艺，其目的是通过相变重结晶消除热加工中形成的过热组织，通常在高温正火后还应进行一次常规正火，使奥氏体晶粒细化以获得细珠光体组织。

几种常见结构钢完全退火与正火加热温度及硬度范围

钢 种	相变临界点(° C)			退 火		正 火	
	Ac1	Ac3	Ar1	加热温度	硬度(HB)	加热温度	硬度(HB)
15	735	863	685	—	—	900~950	≤143
20	735	855	680	880~900	111~149	890~920	≤156
35	724	802	680	850~880	126~197	860~900	146~197
40	724	790	680	840~880	137~207	850~890	≤217
45	724	780	682	800~870	137~207	840~880	170~217
50	725	760	690	800~870	156~217	820~870	≤241
60	727	766	690	770~810	156~127	800~850	≤255
65	727	752	696	810~860	≤229	820~860	≤255
20Cr	765	836	702	860~890	≤179	870~900	143~197
20CrMnTi	745	830	665	—	—	920~970	160~207
20CrMnMo	710	830	620	850~870	≤217	880~930	190~228
20MnVB	720	840	635	—	—	880~900	149~179
20Mn2B	730	853	613	—	—	880~900	131~179
35CrMo	755	800	695	830~850	≤229	850~880	241~285
40Cr	780	840	690	860~890	≤207	870~890	179~229
40MnB	730	780	650	820~890	≤207	860~920	197~207
40CrNi	735	768	660	820~850	≤241	840~870	≤250
40MnVB	740	786	645	850~880	≤207	860~890	159~207
40CrMnMoA	760	810		840~880	≤269	890~920	220~270
38CrMnAlA	760	885	675	900~930	≤229	930~970	179~229
42SiMn	740	800	645	850~870	≤207	890~920	179~229
45Mn2	711	765	626	810~840	≤217	820~860	187~241
50Mn2	710	760	596	810~840	≤229	820~860	192~241
50CrVA	752	788	688	810~870	≤255	850~880	≤302
60Si2Mn	755	810	700	840~860	185~255	850~870	≤302
65Mn	726	765	689	790~840	196~229	820~860	≤269

几种常用工具钢球化退火与正火加热温度及硬度范围

钢 种	相变临界点(° C)			退 火			正 火	
	Ac1	Ac3	Ar1	加热 温度	等热 温度	硬度 (HB)	加热温度	硬度(HB)
T7 (T7A)	730	770	700	750~770	640~670	≤187	800~820	—
T8 (T8A)	730		700	740~760	650~680	≤187	760~780	241~302
T10 (T10A)	730	800	700	750~770	680~700	163~197	810~850	255~321
T12 (T12A)	730	820	700	750~770	680~700	163~207	850~870	269~341
9Mn2V	730	760	655	740~760	630~650	≤229	870~880	—
9SiCr	770	870	730	790~810	700~720	197~241	900~920	—
CrMn	740	(980)	700	770~810	680~700	197~241	900~920	—
CrWMn	750	940	710	780~800	690~710	207~255	970~990	388~514
GCr15	760	900	695	790~810	680~710	207~229	900~950	270~390
GCr15SiMn	770	870	708	790~810	690~710	207~229	900~950	270~390
Cr12	810	(835)	755	850~870	720~750	269~217	—	—
Cr12MoV	830	(855)	750	850~870	720~750	207~255	—	—
W9Cr4V2	830	—	760	850~880	730~750	207~255	—	—
W18Cr4V	850	—	760	850~880	730~750	207~255	—	—
W6Mo5Cr4V2	865	—	772	870~890	740~750	≤255	—	—
5CrMnMo	710	760	650	850~870	~680	197~241	—	—
5CrNiMo	730	780	610	760~780	~610	197~241	—	—
3Cr2W8V	800	(850)	690	840~860	—	207~255	—	—