

# QJ

中华人民共和国航空航天工业部航天工业标准

QJ 2257-92

---

## 弹簧钢的热处理

1992-02-27 发布

1992-11-30 实施

---

中华人民共和国航空航天工业部 发布

## 弹簧钢的热处理

### 1 主题内容与适用范围

本标准规定了弹簧钢的热处理设备、种类、工艺规范、操作注意事项、质量检验及技术安全。

本标准适用于航天产品用弹簧钢的热处理。

### 2 引用标准

GB 1222 弹簧钢

QJ 1428 热处理炉温控制与测量

### 3 设备

3.1 主要设备：盐浴炉、空气电阻炉、真空炉、烘干箱、油炉、硝盐槽。

辅助设备：油槽、碱槽、水槽。

3.2 炉温均匀性和仪表测量控温精度应符合 QJ 1428 中的规定：

- a. 再结晶退火设备应符合Ⅳ类及其以上；
- b. 淬火、回火、去应力退火设备应符合Ⅲ类及其以上；
- c. 等温淬火用的硝盐槽应符合Ⅱ类及其以上。

### 4 材料牌号和化学成分

弹簧钢的牌号和化学成分应符合 GB 1222 的规定。

### 5 热处理的种类及目的

#### 5.1 热处理种类

再结晶退火、去应力退火、淬火、回火和等温淬火。

#### 5.2 热处理目的

5.2.1 再结晶退火的目的是为了消除冷作硬化、提高塑性。

5.2.2 去应力退火的目的是为了消除冷变形、卷绕及冲压成形的残余内应力、稳定尺

寸和提高弹性。

5. 2. 3 淬火的目的是为了获得马氏体组织。

5. 2. 4 等温淬火的目的是为了获得贝氏体组织，减少热处理变形和开裂，并能使弹簧零件获得良好的力学性能。

5. 2. 5 回火的目的是为了获得弹簧零件所需要的力学性能。

## 6 热处理工艺规范

### 6. 1 再结晶退火

6. 1. 1 再结晶退火的温度一般选用 650~720℃；30W4Cr2VA 钢再结晶退火温度选用 740~780℃。

6. 1. 2 保温时间为 2~4h。

6. 1. 3 为防止氧化和脱碳，弹簧钢退火时应进行保护，保护方法可选用装箱、真空或可控气氛。装箱时用木炭、铸铁屑作填充剂。木炭、铸铁屑使用前应进行烘干。

6. 1. 4 冷却一般采用炉冷或随箱冷。

### 6. 2 去应力退火

去应力退火见表 1。

表 1

材料牌号	状态	温度 ℃	保温时间 min	冷却方式
65、70、85		220~280	30~60	空冷
65Mn 55CrMnA 60Si2MnA 60CrMnA 60Si2CrA 60CrMnBA 50CrVA 55Si2Mn 60SiCrVA 55Si2MnB 30W4Cr2VA 55SiMnVB 60Si2Mn	冷拉丝材  冷轧带材	260~320	40~120	

### 6. 3 淬火

6. 3. 1 加热温度与冷却方式见表 2。

表 2

材料牌号	加热温度 ℃	冷却方式	材料牌号	加热温度 ℃	冷却方式
65、70	810~830	油冷、水冷 或碱冷	55Si2MnB 55SiMnVB 60Si2Mn 60Si2MnA 60Si2CrA	850~870	油冷或硝盐等 温
85	800~820				
65Mn					
55CrMnA 60CrMnA 60CrMnBA	830~850	油冷或硝盐 等温	50CrVA 60Si2CrVA	840~860	
55Si2Mn	850~870		30W4Cr2VA	1050~1100	

6.3.2 淬火加热时应采取措施防止氧化和脱碳，脱碳层深度不应超过图样和有关技术文件的规定。

6.3.3 冷却介质的选用：

- a. 冷却用油一般选用 N15 (10<sup>#</sup>) 或 N32 (20<sup>#</sup>) 机油，使用温度为 20~100℃；
- b. 冷却用水一般选用盐水，浓度为 5%~10%，使用温度为 10~40℃；
- c. 碱液一般选用 80%氢氧化钾和 20%氢氧化钠，加入总量 5%~6%的水，使用温度为 140~200℃；
- d. 硝盐一般选用 50%硝酸钾和 50%亚硝酸钠（或 50%硝酸钠），使用温度为 150~550℃。

6.3.4 保温时间计算公式如下：

$$T = B + A \times D$$

式中：T — 保温时间，min；

B — 保温时间常数，min；

A — 保温时间系数，min/mm；

D — 零件的有效厚度，mm。

6.3.4.1 计算公式中 A、B 数据的选用见表 3。

表 3

材 料 名 称	设 备	常数 $B$ min	系数 $A$ min / mm
碳素弹簧钢	盐浴炉	3	0.3~0.5
	空气电阻炉	5~6	0.8~1.5
合金弹簧钢	盐浴炉	4~6	0.6~1.2
	空气电阻炉	8~10	1.6~2.5

6. 3. 4. 2 保温时间应从自动记录仪表指示达到工艺规定下限温度开始计算。

#### 6. 4 回火

6. 4. 1 弹簧钢常用硬度与回火温度见表 4。

表 4

材料牌号	硬度 HRC				
	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55
	回火温度℃				
65	530~570	500~520	430~470	360~400	280~320
70					300~340
85					310~350
65Mn					260~300
55CrMnA	580~620	510~530	440~480	400~440	—
60CrMnA		480~520			
60CrMnBA	—	460~500	—	—	
55Si2Mn	530~570	480~520	420~460	360~400	
55Si2MnB					
55SiMnVB	540~580	500~540	430~470	380~420	340~380
60Si2Mn	620~640	530~570	500~540	420~460	380~420
60Si2MnA					
60Si2CrA	—	—	—	—	
50CrVA	520~560	440~480	400~440	350~390	
60Si2CrVA	—	—	—	440~480	—
30W4Cr2VA				550~650	

6.4.2 回火保温时间和冷却方式见表5。

表5

零件的有效厚度 mm	保温时间 min	冷却方式
≤2	30~40	油冷或空冷
>2~6	45~50	
>6~10	50~90	
>10~20	90~120	
>20	90~180	

6.4.3 有回火脆性的钢种，回火冷却必须采取油冷。

6.5 等温淬火

6.5.1 等温淬火工艺见表6。

表6

材料牌号	加热温度	等温温度	等温时间 min	硬度 HRC
	℃			
65Mn	810±10	270±5	15~20	52~54
		320±5		48~52
		380±5		37~44
60Si2MnA	870±10	290±5	20~30	50~52
50CrVA	850±10	300±5	30~40	
		315±5	15~20	49~52

6.5.2 等温淬火后，在160~220℃保温2~3h回火，以消除等温淬火后的残余应力。

7 操作注意事项

7.1 螺旋弹簧零件淬火时，应带芯轴并水平加热、垂直淬入冷却介质。

7.2 盐浴炉使用时应定期脱氧、捞渣。

7.3 硝盐炉等温时，应严格控制装炉量，等温过程中硝盐温度上升不能超过工艺文件的规定。

7.4 零件如带工装加热时，保温时间应适当延长。

7.5 弹簧零件热处理后，应清理干净，并防止锈蚀。

7.6 零件带试样热处理时，试样应与零件同批材料，同炉处理。

- 7.7 形状复杂、尺寸精度高的弹簧零件回火时应带夹具。
- 7.8 一般零件淬火允许重复二次，重要件、关键件允许重复一次。

## 8 质量检验

- 8.1 热处理后检验零件表面质量，允许有氧化色，不允许有氧化皮。
- 8.2 淬火后用零件或试样打硬度，检查淬火效果。
- 8.3 热处理后按有关技术文件检查零件的外形尺寸、力学性能和脱碳层。
- 8.4 检查执行工艺的全过程。

## 9 技术安全

- 9.1 热处理操作时，必须遵守有关技术安全条例。
- 9.2 根据实际情况制定安全操作规程。

---

### 附加说明：

本标准由航空航天工业部七〇八所提出。

本标准由航空航天工业部六九九厂负责起草。