

# 热处理工艺对铸钢件组织和性能的影响

南京农业大学农业工程学院 (210032) 杨锦华

铸钢在机械制造中应用非常广泛, 它具有一定的强度、硬度和较好的塑性与韧性, 用于承受载荷不大, 要求韧性的各种机械零件。如南京汽车制造厂汽车上部分零部件, 南京浦镇车辆厂生产的摇枕、侧架、钩体、钩舌等零件 (用铸钢 ZG230—450 制造), 需进行金相组织、夹杂物和力学性能检验。为了制定合理的热处理工艺, 确保产品质量, 我们作了不同热处理工艺规范下 ZG230—450 的力学性能和金相组织的试验研究。

### 1. 试验的化学成分

选用化学成分相近的几炉试棒进行试验, 见表 1。

表 1 化学成分 (质量分数) (%)

炉号	C	Si	Mn	P	S	Al
0.50	0.27	0.34	0.69	0.009	0.011	0.053
0.60	0.27	0.35	0.70	0.010	0.016	0.050
0.75	0.27	0.36	0.72	0.012	0.020	—

### 2. 不同的热处理工艺试验 (见表 2)

表 2

试样号	温度 $t/^\circ\text{C}$	热 处 理 工 艺
1	830 ± 10	保温 3~3.5h 正火
2	830 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
3	860 ± 10	保温 3~3.5h 正火
4	860 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
5	890 ± 10	保温 3~3.5h 正火
6	890 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
7	910 ± 10	保温 3~3.5h 正火
8	910 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
9	925 ± 10	保温 3~3.5h 正火
10	925 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
11	950 ± 10	保温 3~3.5h 正火
12	950 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
13	980 ± 10	保温 3~3.5h 正火
14	980 ± 10	保温 2.5h 水淬, 620℃ 保温 2.5h 回火(水)
15	930 ± 10 870 ± 10	保温 2h, 二次正火 保温 2h
16	890 ± 10	保温 3h 随炉冷

### 3. 不同热处理工艺下铸钢的力学性能 (见表 3)

表 3

试样号	$\sigma_b/$ MPa	$\sigma_s/$ MPa	$\delta/$ (%)	$\psi/$ (%)	$a_K/$ ( $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$ )	硬度 /HB	热处理 工艺
1	552	362	23.4	38.3	113.9	156	830℃ 正火
2	618	412	25.2	60.5	94.1	180	调质
3	545	322	24.0	38.0	88	143	860℃ 正火
4	613	408	26.0	58.0	96.6	189	调质
5	564	342	25.2	36.0	105.0	189	890℃ 正火
6	615	405	22.5	64.2	140.0	170	调质
7	556	318	28.9	45.1	109.5	156	910℃ 正火
8	608	402	25.6	65.4	150.0	180	调质
9	552	332	29.0	48.3	102.1	149	925℃ 正火
10	624	406	27.5	63.0	154	189	调质
11	540	322	28.1	42.6	110.3	156	950℃ 正火
12	608	386	28.1	64.2	138.3	189	调质
13	553	335	24.1	31.5	98.5	149	980℃ 正火
14	632	402	23.0	52.5	148.3	189	调质
15	545	342	30.5	52.6	120.4	149	二次正火
16	519	299	34.5	52.3	83.4	137~143	890℃ 退火

### 4. 试验结果分析

(1) 由表 3 可以看出, 正火温度在 830~980℃ 范围内, 其性能值均符合 GB5676—85 规定, 强度指标随正火温度的提高变化不大, 冲击韧度略有提高。从金相组织看, 正火温度低, 未溶的铁素体组织增多, 这与正火温度、保温时间有关, 随着正火温度的提高, 未溶的铁素体组织减少。910℃ 正火组织为铁素体 + 均匀分布的细珠光体, 晶粒度达 8 级, 从强度、塑性、韧性及金相组织综合考虑, 910℃ 正火最佳。

(2) 二次正火后的试样强度、塑性、冲击韧度值都很高, 金相组织不好, 性能偏低的零件可以通过二次正火予以挽救, 第二次正火温度可比第一次正火温度稍低, 保温时间也可适当缩短。

(3) 随炉退火试样虽然力学性能也在合格范围, 但强度及冲击韧度值要比正常正火的低, 一般强度值低 5%, 冲击值低 25% 左右, 金相组织为网状珠光体 + 铁素体, 晶粒度 6~7 级。因此对正火件出炉冷却时, 必须加强鼓风冷却, 否则因冷却缓慢易出现退火组织, 造成材料脆性增加。

(4) 调质处理的试样金相组织为铁素体 + 回火索氏体, 强度和冲击韧度值都比同一温度正火高, 但 830℃ 调质的除外, 因淬火温度低, 未溶入奥氏体的铁素体增多, 所以性能值差。860℃ 淬火, 620℃ 回火的铁素体量占 30% 左右; 890℃ 淬火, 620℃ 回

# 中模数齿轮的中频直接输出加热淬火

四川(成都)齿轮厂 (610208) 翟钟秀

我厂生产的 ZL30 装载机变速箱大齿轮 (ZL30.3—15) 如图 1 所示, 材料 45 钢。原在 GP—100C3 设备上整体加热淬火, 由于设备输出较高频率的缘故, 节圆以下至齿根部不容易被加热, 延长加热时间, 通过热传导虽然可以使节圆处达到淬火温度而获得大于 1mm 的淬硬层, 但齿根和齿沟处无论如何预热和延长加热时间都无法淬硬。由于过渡区恰恰又在齿根处, 所以, 这种齿轮在使用时容易沿齿根断裂。为了改善产品的内在质量, 我们大胆采用中频直接输出整体加热淬火新工艺, 取得了理想的效果。现对采用的设备、工装和工艺做简单的介绍。

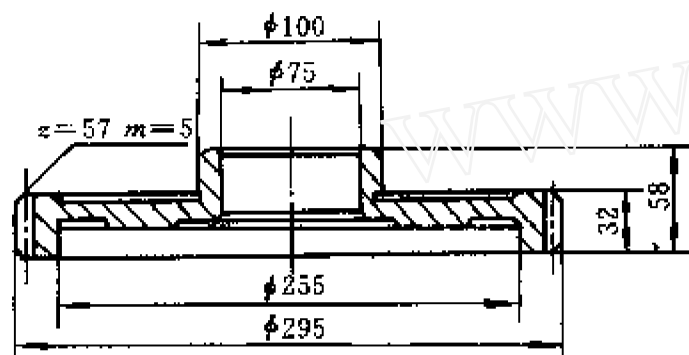


图 1 ZL30.3—15 零件简图

## 1. 设备

我厂现有设备 BPS100/8000 变频器, 配制 DSE—1 型中频变压器, 允许淬火零件直径为 30~80mm, 显然不能对大直径齿轮进行加热淬火。这是因为中频变压器的铁心为硅钢片, 其铁损大、效率低, 相当部分的功率在变压器上白白消耗掉, 实际作用于加热齿轮的感应器部分的有效功率却较少。为此, 我们对设备进行了改造, 在原设备上并接了一个新工位, 使感应器不经过变压器而直接与中频电源相连接。由于排除了变压器的铁损, 大大提高了输出功率。经此项改进后, 淬火零件的直径可增加到 400mm。若两台变频器并联使用, 可对 φ500mm 的齿轮进行整体加热淬火。设备的基本电路如图 2 所示。

两个工位可以单独工作, 也可以交替工作, 交替工作提高了电源负载的持续率, 从而进一步节约了电能。

淬火组织的铁素体量占 20% 左右; 925℃ 淬火, 620℃ 回火组织的铁素体量占 10% 左右。随着淬火温度的提高, 溶入的铁素体量增加, 因此强度及冲击值也提高。在满足使用要求的前提下, 淬火温度不宜太高, 可选择在 910~930℃, 回火温度在 620~640℃, 硬度在 180~189HB。

(19971028)

采用避开变压器的直接输出加热, 被加热的齿轮既是次级又是负载感抗, 激磁电流很大, 因此, 要提高功率因素, 需要大量的电容来进行补偿。投入的电容要根据齿轮加热过程因素的变化来确定, 投入过多或过少都不能保证感应器有较大的功率输出, 补偿到功率因素超前 0.9 范围为宜。

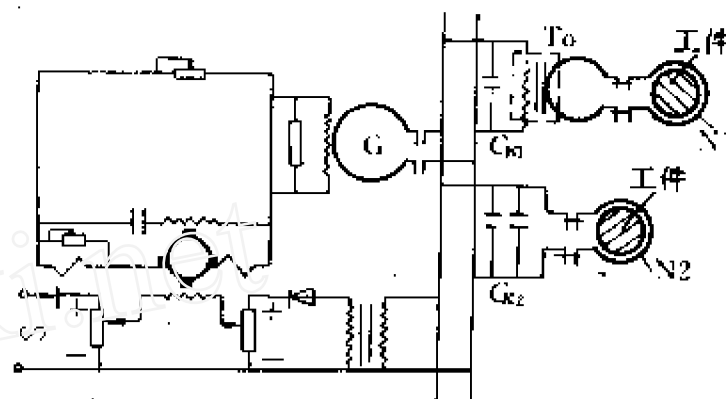


图 2 中频加热电路简图

G—中频发电机  $T_0$ —原工位变压器  $C_{K1}$ —原工位电容  
 $C_{K2}$ —新工位电容  $N_1$ 、 $N_2$ —感应器

## 2. 感应器

由于感应器与中频电源直接连接, 为了与中频电源的高电压、高阻抗要求相适应, 感应器必须设计制造成多匝。当电压为 750V 左右时, 感应器为 6~10 匝较为合理。制作中, 每匝用绝缘玻璃丝带缠绕, 匝间相互绝缘, 之后固定为一个整体。感应器的整体高度要与齿轮高度成正比。以 ZL30 大齿轮为例, 其高度为 32mm, 则感应器的高度应设计为 80mm 左右。工作时, 两只齿轮可以叠放, 也可单件加热。工作简图如图 3 所示。

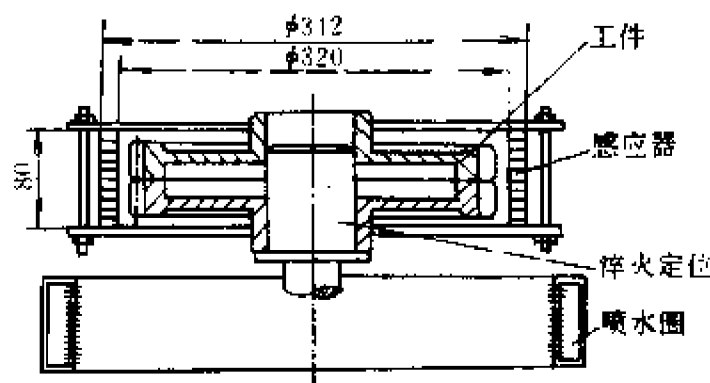


图 3 齿轮淬火示意图

## 3. 淬火工艺

齿轮中频加热淬火, 在制定工艺时, 必须充分考虑淬硬层深度的有效控制、淬硬层的合理分布、最大限度地减少变形、避免裂纹产生等, 以及与其相关的诸多因素。

在 ZL30 大齿轮的调试中, 由于加热时间长 (两