

零件在热处理中的工艺性考虑

山东泰山天盾矿山机械有限公司 (271200) 朱绍华

零件结构对热处理后的变形影响极大,严重时会出现裂纹等缺陷。因此在设计零件时,应在满足使用性能的条件下,从热处理的工艺角度出发,适当修改零件结构来改善热处理操作难度。下面就以我公司承揽莱钢某机修厂生产的减速机构中的一齿轮为例,作一简单总结,以供参考。

1. 齿轮结构及热处理

此齿轮结构尺寸如图1所示,法向模数 $m_n=5$,齿数 $z=98$ 。齿轮在热处理方面,经常出现调质淬火时发生淬裂现象(从轮缘延伸至辐板),废品率很高。

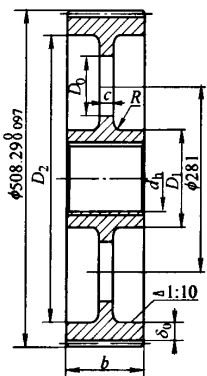


图 1

图1中各符号代表的数值如表1所示。

表 1 (mm)

D_1	D_2	b	δ_0	d_k	R	c	D_0
150	435	119	25.4	100	12	25	90

(1) 工艺要求 齿轮加工工艺流程为:检查毛坯→粗车→热处理→精车→制齿→插键。齿轮材质为ZG310—570,要求热处理后的硬度值为217~248HBW。其化学成分见表2。

表2 ZG310—570 主要化学成分(质量分数)(%)

C	Si	Mn	S	P
≤0.45	≤0.60	≤0.90	≤0.040	≤0.040

(2) 原热处理工艺 淬火:830~850℃,介质为水,保温2.5~3h;回火:560~580℃,保温4h。

2. 淬火裂纹的原因分析

实践证明,由于淬火过程中的快冷在工件内部产生的内应力是导致工件变形或开裂的根本原因,而引起内应力的根本原因,在于零件内外存在着温差。只要是增加工件内外温度的因素,都将增加其内应力。就以上述的齿轮来说,淬火时开裂,我认为主要有以下几个方面的原因:

(1) 加热和冷却速度 一般来说工件的加热或冷却速度越大,则温度变化越大,应力也就越大。

(2) 工件大小及形状的影响 一般来说工件壁厚比较对称,相差不大,则其变化比较规则、均匀。若工件壁厚越不均匀,则工件在淬火时除了表里冷却不一致外,工件各个部位间的冷却也很不均匀,必将引起更大的内应力,从而造成更大的变形和扭曲,甚至开裂。

(3) 及时回火 淬火后并及时回火是防止开裂的重要措施。

(4) 减慢工件在马氏体以下的冷却速度 因为减慢零件在 M_s 线以下的冷却速度(即工件在淬火介质中不透冷),零件内外温差较小,残余奥氏体较多,因而组织应力较小,变形和开裂的倾向较小。

3. 解决方案

根据以上问题的原因,我们重新设计了新的热处理工艺和齿轮结构:

(1) 采用缓慢加热方式,尽可能做到加热均匀,减少加热时的热应力。

(2) 在淬火末期,即齿轮温度在230℃左右从水中取出(只要齿轮心部温度达到 M_s 点即可),让马氏体的转变主要在空气中进行,从而降低组织应力。具体热处理曲线见图2。

(下转第44页)

表 2

序号	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ (%)	ψ (%)	硬度 HBW	备注
1*	825	1360	9	22.5	338	11*有 铸造缺陷
11*	405	—	8	26.0	405	
2*	1490	1520	7	29.5	415	
22*	1410	1430	6.5	26.0	401	

注：1*、11*水冷，2*、22*油冷。

(4) 试验结果与分析 当淬火加热温度确定后，回火温度的选择将直接影响到力学性能的变化（见表1、表2），以及能否达到技术要求。当回火温度确定后，冷却介质的选择将影响到力学性能的变化（见表2）。从表2的试验结果表明，采用油冷却的试样，在410℃回火，比采用水冷的在410℃回火的，具有较高的强度、硬度和断面收缩率，硬度达到了图样上的设计要求（385~425HBW）。对于大型合金铸钢件的淬火，采用油冷却要比采用水冷却更加安全、可靠。

3. 结语

(1) 从试验块、试验棒到工件的实际生产，热处理工艺参数的确定正确、合理。GS32NiCrMo6大型铸钢件前惰轮经整体淬火、回火后，内在质量稳定，硬度符合

技术要求（实际工件硬度检测数据见表3），代替了工频感应淬火工艺。

表 3 (HBW)

序号	1			2			3			4		
1*	404	412	425	404	402	385	408	408	394	390	408	415
2*	388	410	415	394	402	410	389	386	385	391	391	387

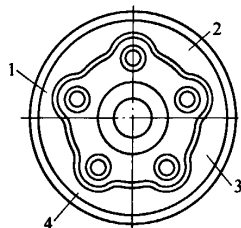


图2 实际工件检测位置

(2) 这种工艺方法为一些无大型工频表淬设备的企业提供一个的工艺方法，可充分利用企业原有的加热设备，实现更有价值的应用，从而节省资金，保证生产周期，扩大了原有设备的竞争市场。MW

(20101228)

(上接第42页)

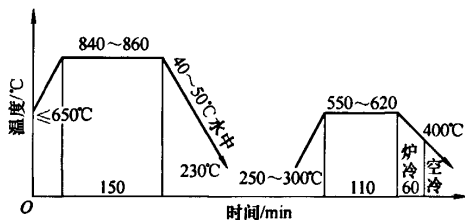


图 2

(3) 根据齿轮结构公式可知： $D_1 = 1.6d_b$ ； $b = (1.2 \sim 1.5) d_b$ ； $\delta_0 = (2.5 \sim 4) m_n$ ，但不小于8~10mm； $R = 0.5c$ ； $d_0 = 0.5 (D_1 + D_2)$ ； $D_0 = 0.25 (D_2 - D_1)$ ； $c = 0.2b$ ，但不小于10mm。在不影响齿轮使用要求及性能的前提下，并取得使用厂家的同意后，我们对齿轮结构进行了改进（如图3所示）。由图中可以看出，改进后的齿轮结构更趋近于合理，轮缘与轮毂处的厚度更均匀些。

4. 结语

针对以上工艺，我们重新对齿轮进行了热处理，实

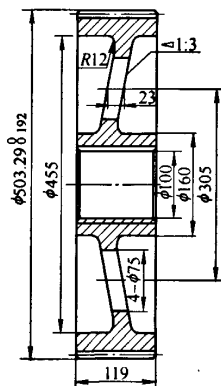


图 3

验证明，此方法是有效的，齿轮裂纹的产生已被杜绝，齿轮硬度符合图样要求，获得了合格的产品。

由以上分析可知，零件在热处理中的工艺性考虑，就是要结合具体情况，对设计的合理性和结构性给予充分重视，以便达到技术上的可能性，工艺上的现实性和经济上的合理性。MW

(20101216)