

# 40Cr 高频淬火工艺的改进

青岛飞华齿轮制造有限公司 (山东平度 266700) 郝丰林 陈洪坤 孙义娟 韩传洪 李旭东

本公司是生产齿轮的专业厂,主要生产汽车、柴油机和拖拉机的变速箱齿轮及工程机械后桥。变速箱齿轮中有法兰需高频淬火,由于公司无高频机床,需外协加工。淬火后 60% 多的法兰孔收缩,花键扭曲,磨完内孔后约有 25% 左右的心轴装不进去。后来为了对齿轮进行退火,我们购买了一台微型高频机床,其频率为 30~70kHz,功率为 30kW 左右。

由于高频外协不方便,产品质量又保证不了,最后我们决定用这台微型高频机床自己进行淬火,经过多次工艺验证,最终取得了成功。

## 1. 工艺分析

我公司生产的法兰如图 1 所示。为提高生产效率,该法兰采用花键底孔一次拉到尺寸,热后不修孔。冷加工工艺为:调质→第一把拉刀拉底孔→第二把拉刀拉花键→数控精车→高频淬火。高频淬火前有 20% 左右不通(原因是一把拉刀拉底孔,一把拉刀拉花键,底径与花键同轴度差,因而不通)。转入热处理高频淬火后,由于高频机床功率小,加热时间长,热量传到心部较多,外径达到 880~900℃(我们用水作为淬火介质,温度过高,工件有可能淬裂),内部也有 600~700℃ 左右,淬火时水又溅入内孔中,孔严重收缩,造成喇叭口,只有 10% 左右合格。不合格孔收缩为  $\phi 46_{-0.05}^0$  mm。若要工件合格,热前把公差加到  $\phi 46_{+0.024}^{+0.075}$  mm,但孔尺寸超差将达不到图样要求。

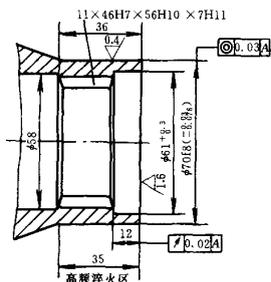


图 1

为提高法兰高频淬火合格率,通过查找有关减小高频淬火内孔收缩的资料,我们找到了以下几种方法:

(1) 花键孔通水 由于在淬火开始,内孔就得到水冷而处于室温状态,其孔壁强度基本保持不变,从而部分起到抵制整体收缩变形的作用。

(2) 高频预正火 对要求淬火的部分在齿坯半精车后进行高频正火。通过高频加热,使外经边缘得到一定深度的加热层。热层收缩,使内孔产生预先收缩变形,然后精车孔、拉花键,淬火后内孔收缩得以减小。

(3) 预热 把法兰先放入 450~500℃ 炉中,保温 2~3h。淬火时花键孔封死,淬火后法兰平放,淬火与淬火部分靠在一起,最上面一件用布塞住内孔。法兰预热后,高频加热速度提高,加热时间缩短,内孔温度不至于达到 600~700℃,淬火时孔又被封死,水溅不进内孔,淬火后,件与件对放,孔用布塞住,减慢热量散发,减小因热应力而造成孔的变形。

(4) 用心轴 把法兰端面及内孔用盖封死,并用花键作为淬火心轴。由于花键与工件接触面大,心轴吸收了一部分热量,而使内孔温度不至于升得太高。淬火时水又不能溅入孔中,淬火后,工件淬火部分靠在一起,因而减小孔的收缩。

## 2. 改进措施

由于没有淬火机床,因此我们只制做了一个简易退火设备。而要用退火设备作为淬火机床,法兰只能横放。高频机床功率小,不能用单圈线圈,设备感抗大。微型高频机床感应线圈通水,直接喷水淬火不方便。

由于以上原因只有把工件先加热,然后浸入水中,因此采用花键孔通水的方法行不通。高频预正火工序复杂,零件碰磕严重,生产效率低。法兰预热得占用一台炉子,工件加热温度高,装夹也烫手。

最终我们只有采用花键心轴作为淬火心轴进行高频淬火。

淬火 100 多件,但合格率也只有 70% 左右。为提高合格率,我们又把冷加工工艺改为内孔留余量,淬火后再磨孔,这样淬火后合格率达到 90%。分析原因:采用此工艺,孔收缩量较少,花键扭曲轻,因而合格率比以前提高。

由于磨孔效率低,为提高生产率我们又定做了一把拉底径交错式拉刀,花键底径与花键一次拉成。采用花键心轴淬火,合格率达到85%(花键底径与花键同轴度好,孔在 $\phi 46^{+0.025}_{-0.005}$ mm,心轴也能进去,因而比以前提高15%合格率)。

据资料介绍,半轴齿轮渗碳淬火后,形成喇叭口,采用预涨孔后,齿轮渗碳淬火后收缩量减小,合格率得到很大提高。法兰淬火后也是淬火部分内孔收缩,若把收缩的尺寸预先涨出来,然后立即淬火,孔也有可能收缩的不太多。

于是我们设计了一个涨孔工装,采用的压床为Y41-100。但是由于该压床使用时间长,实际吨位达不到要求,孔只能涨出0.01~0.02mm,经过淬火,合格率也只有85%左右,没有大的改观。由于采用水作为淬火剂,法兰出水温度不能低于260℃,零件实际出水温度大约在300~340℃左右,此温度恰好是40Cr马氏体转变温度,若淬完火后,利用其相变超塑性再涨孔,有可能生产出合格产品。于是我们把涨孔工装修改了一下(见图2)。图2整个外圆尺寸为 $\phi 46^{+0.010}_{-0.025}$ mm。涨孔工装设计参考1986年《金属热处理》第十期的“半轴齿轮花键孔热处理变形的控制”一文。利用这种方法,工件涨完孔后放入凉水中冷一下,再把工装取下来,合格率达到100%,孔的尺寸也在合格范围内。

法兰淬火后转到加工车间,加工有时不及时,法兰生锈。为改善这种状况,我们决定对其进行处理,可是

(上接第41页)

(2) 共渗工艺参数对零件表面质量的影响 在选档轴工艺调整中发现,在570℃时随着共渗时间加长,整炉产品表面颜色变为灰白均匀,但其共渗化合物层深逼近技术要求上限。由此可推测:选档轴部分表面颜色发黑是由于零件在570℃共渗温度下,共渗时间短,氨分解率较低,炉内氢浓度不高,造成局部零件表面还原不充分。为了避免共渗化合物层深度超标,降低共渗温度至550℃,延长时间至4h,可使外观得到改善,技术条件全部合格。

在生产中发现改进选档轴工艺后,零件外观出现不稳定,经分析发现这与进炉前炉内氢浓度值有关,氮碳共渗多用炉预先经过充分空渗(氢浓度达到10%以上),零件出炉后表面颜色灰白均匀,而炉内不经过空渗(氢

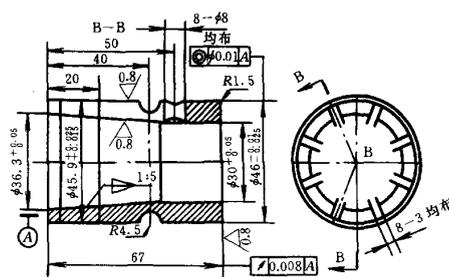


图 2

没有现成的发蓝设备,对发蓝的具体工艺也不太熟悉。由于高频淬火部分要求硬度45-50HRC,回火温度为 $290 \pm 10^\circ\text{C}$ ,保温时间90min,因此为防止生锈,回火后我们用亚硝酸钠防锈。由于一次偶然的工人操作失误,淬火后用亚硝酸钠防锈并使法兰回火120min,工件出炉后表面有一层均匀的蓝膜,检验硬度金相合格。由此认为,按上述工艺回火,若再出现蓝膜,就不用碱液发蓝了。经过几炉试验后认定,只要淬火、回火及时,法兰就不会生锈,回火时间控制得当,就会得到均匀的氧化膜。利用回火发蓝取得成功。

### 3. 结语

四种减小高频淬火变形的办法,只要设备条件具备,都可以干出合格率很高的产品。但我们利用现有的设备,采取上述措施后,零件质量同样也可以得到保证,这也为其他零件的加工处理提供了经验。热

(20041228)

浓度<5%),出炉产品则有局部颜色发黑的现象。这是由于前期氨分解率及氢浓度低,零件表面还原反应不充分造成的。

### 5. 结论

(1) 箱式气体氮碳共渗多用炉由于存在炉内气氛不均匀,局部零件表面还原不充分会造成零件表面颜色发黑。通过降低共渗温度,延长共渗时间,可使整炉零件外观呈均匀灰白色。

(2) 零件表面粗糙度和表面积越大,可供氨分解催化的面积也越大,有利于共渗炉内氢浓度提高,气氛还原性增强,零件表面可得到均匀的灰白色。

(3) 生产过程中,由于共渗前期氢浓度低,氨分解率低,气氛还原性弱,零件进炉前箱式炉经充分空渗能保证每炉零件表面质量稳定。热 (20050306)