

# 球墨铸铁曲轴气体软氮化

孙恒尤

(盐城工学院机械实习厂, 盐城, 224003)

**摘 要** 论述了球墨铸铁曲轴气体软氮化强化处理工艺及质量保证。

**关键词** 球墨铸铁 曲轴 软氮化 对策

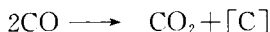
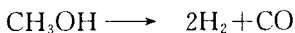
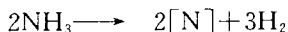
**分类号** TG156

曲轴是发动机主要零部件之一,为提高球墨铸铁曲轴(R175、R180)质量,对这两种曲轴进行软氮化处理。球墨铸铁软氮化处理能大幅度提高疲劳强度、耐磨性及耐腐蚀性。曲轴经软氮化处理比用高频、中频或等温淬火等方法处理的使用寿命大有提高。

## 1 工艺参数选择

气体软氮化是近几年发展起来的较好的一种表面化学热处理方法。气体软氮化产生的组织是以  $\text{Fe}_3\text{N}$  为主的  $\epsilon$  相,使曲轴脆性和裂纹敏感性小。并且气体软氮化的生产周期比氮化的生产周期大大缩短。软氮化介质采用氨气和甲醇直接滴入法,使氮化炉内保持  $300\sim 350\text{Pa}$  的压力。甲醇放在  $2\text{m}$  左右的高处,通过塑料管至滴量计滴入炉内。

### 1.1 软氮化化学反应原理



这些反应中得到的  $[\text{C}]$ 、 $[\text{N}]$  活性原子,在  $\text{Fe-C-N}$  共析温度附近,曲轴表面首先被碳饱和,生成极细小(超显微)的碳化物。这种碳化物又起促进渗氮的媒介作用,在曲轴表面生成化合物及扩散层。

气体软氮化是在  $\text{Fe-C-N}$  三元素共析温度  $565\text{C}$  以上,我们生产中取软氮化温度  $570\text{C}$  左右。这种化学热处理工艺,以渗氮为主,同时也渗入少量的碳原子。

### 1.2 气体软氮化介质

气体软氮化要有一定量的氮原子,即一定的氮势,还要有一定的碳原子。氮、碳原子少于所需量时,氮化效果不佳;如氮原子过量时,活性原子结合成分子,丧失氮化能力。同时,  $\text{NH}_3$  分解时,所产生的氢气为氮的三倍,氢的存在降低氮化效果,增加脆性。因此,要保证球墨铸铁曲轴良好的软氮化质量,必须保证适当的氮化介质的总流量。一般取换气率( $1\text{h}$  换气次数)为  $8\sim$

15次。我们经多次试验,换气率取11次,甲醇1min需8.9ml,  $\text{NH}_3$  1h需1.5m<sup>3</sup>,这样可以保证软氮化质量。

### 1.3 软氮化工艺曲线

为达到球墨铸铁曲轴气体软氮化的技术要求,我们按如下的热处理工艺曲线进行处理(见图1)。

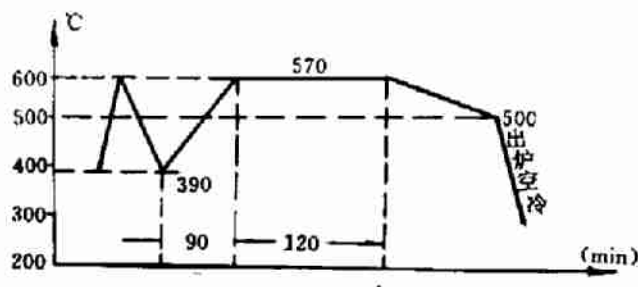


图1 气体软氮化工艺曲线

## 2 球墨铸铁曲轴气体软氮化质量检验

根据《JB/T6727-93 内燃机曲轴技术条件》关于软氮化方面的技术要求为:

氮化层深度 $\geq 0.1\text{mm}$

表面硬度(HV01) $\geq 420$

我们进行软氮化时,每次装炉160根R175(或R180)曲轴,出炉后对随炉试块进行金相等检验,白亮层及扩散层均能达到上述标准要求。图2是随炉试块金相组织。

材料:QT800-2

白亮层:0.012mm

扩散层:0.102mm

氧化层:0.114mm

硬度:HV450

R175或R180柴油机球墨铸铁曲轴软氮化后随炉冷至500℃转入20号油中冷却。根据我们试验,入油温度高于500℃时,曲轴表面易氧化,出现一层 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,表面质量差。当曲轴随炉冷却至500℃后入油冷却,其表面形成一层黑色的 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,表面质量很好。



图2 球墨铸铁软氮化金相组织 300×

## 3 气体软氮化对曲轴精度的影响及其对策

### 3.1 对曲轴尺寸和形位误差的影响

在对球墨铸铁曲轴进行气体软氮化的实践中发现,曲轴的尺寸和形位误差氮化后较氮化前普遍增大,其中尤以各轴颈的径向尺寸变化较为明显。

以我厂生产的R175柴油机曲轴生产实践的结果分析如下:

①连杆轴颈轴线对主轴颈公共轴线的平行度误差比软氮化前增大 0.005~0.01mm;  
 ②各轴颈及其轴肩平面对主轴颈公共轴线的圆跳动比软氮化前增大 0.005~0.015mm;  
 以上两项位置误差对照 JB/T6727-93“内燃机曲轴技术条件”,虽然一部分已接近规定公差的上限但仍在允许范围以内。

③各个轴颈径向尺寸普遍存在膨胀现象,其膨胀量一般为 0.005~0.02mm(见图 3)

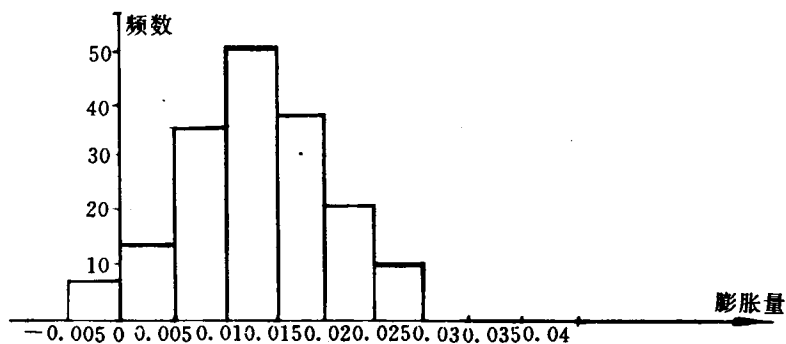


图 3 膨胀量直方图

对于同一根曲轴来说,不同的轴径其膨胀量也不一样,一般表现为轴颈大的膨胀量亦大。

### 3.2 减小误差的对策

如何有效地控制曲轴软氮化对其几何精度的影响,是能否实施曲轴软氮化工艺的一个关键。我们在实践中采取了以下对策,并取得了良好的效果:

- ①适度压缩氮化前曲轴的位置公差,一般减小 0.005mm 左右;
- ②根据试验所得出的各轴颈的膨胀量统计值,制订合适的氮化前各轴径的磨削尺寸;
- ③对个别尺寸超差轴颈实行二次抛光;
- ④将安装飞轮的锥形轴颈的磨削工序安排在软氮化之后,以有效地防止锥体两端因直径不等氮化后的膨胀量不同所引起的锥度变化。

气体软氮化处理是目前内燃机行业推广使用的比较先进的热处理强化工艺,但要将其成功地应用于某一个零件的生产中,要做许多具体的研究和试验工作,以上是我厂在生产 R175、R180 柴油机曲轴时的一点做法,仅供同行参考。

### 参 考 文 献

- 1 陈仁悟. 化学热处理原理. 北京:机械工业出版社,1992
- 2 钢铁热处理编写组. 钢铁热处理. 上海:上海科学技术出版社,1979
- 3 中华人民共和国机械工业部. JB/T6727-93. 内燃机曲轴技术条件. 北京:中国标准出版社,1993

## Study on Technique of Gas Nitriding for Crankshaft of Spherical cast iron

Sun Hanyou

(The Factory of Mechanic Practising of Yancheng Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

**Abstract** Surface strengthening technique of gas nitriding for the crankshaft of spherical cast iron of diesel was analysed. Inspection of the quality of nitrodeposition layer was also mentioned in the paper.

**Keywords** Spherical cast iron; Crankshaft; Gas nitriding; Inspection