

气体软氮化法在柴油机曲轴生产中的应用

刘必荣

(盐城工学院机械实习厂,盐城,224003)

摘要 结合生产,对目前柴油机曲轴生产中的先进热处理方法——气体软氮化法的过程、机理、组织特点、性能、优点进行了分析和阐述。

关键词 柴油机 曲轴 气体软氮化

分类号 TG156

随着我国经济的高速发展和社会进步,小型柴油机在市场上十分走俏,其主要品种有:R175、R180、R185、S195、ZH1110等型号。作为柴油机中5大件之一的曲轴的生产,已有较为成熟的工艺,但对曲轴的热处理没有引起高度的重视,很多厂家采用传统的等温淬火法。笔者通过对我厂和江淮动力机厂的曲轴生产作多次试验和研究,现对气体软氮化的过程、机理、优点作简要分析。

1 气体软氮化的操作过程

目前使用的软氮化的方法有气体软氮化法和液体软氮化法,气体软氮化法又分为:(1)用吸热型气体与氨气的软氮化法;(2)通氨滴醇软氮化法;(3)尿素气体软氮化法;(4)滴注式气体软氮化法。笔者采用的是通氨滴醇气体软氮化法,使用RN-80-6#式软氮化炉,每炉装载160根R175A柴油机曲轴,其操作过程如下:

1.1 装炉

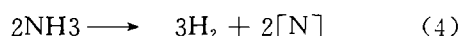
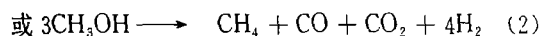
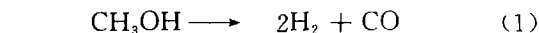
开炉前将RN-80-6清理干净及废气排出管道,然后空炉升温至 $(570 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时,装入经过煤油清洗的工件,密封炉盖。

1.2 赶气

拧开出气管道,迅速滴入甲醇进行赶气,防止工件被氧气,影响氮化质量。

1.3 保温

通氨后,将炉温控制在 $(570 \pm 5)^\circ\text{C}$,甲醇的供给量为 $8\text{mL}/\text{min}$,炉内压强为 $300 \sim 350\text{Pa}$,保温时间为 2h ,此时炉内气相反应如下:



炉内气体成分约为: N_2 4.15%, CH_4 17.1%, CO 16.7%, CO_2 13.0%, H_2 49%,还有微量的 H_2O 。

1.4 出炉冷却

保温时间到达后,即出炉冷却。由于气体软氮化后工件表面获得的硬度靠碳、氮化合物的本身硬度,因而冷却方式对被处理零件的硬度、耐磨性没有影响,但为了减少工件表面被氧化,提高曲轴的疲劳强度,故在油中冷却。

2 气体软氮化的机理及组织特点

2.1 气体软氮化的机理

气体软氮化和其它化学热处理一样,也由分解、吸收和扩散三个基本过程组成。在气体软氮化过程中,渗剂不断分解,产生活性氮原子和活性碳原子,这些活性原子被吸附到曲轴表面并扩散渗入到球墨铸铁中。气体软氮化的温度一般为 570°C 左右,因为 $\text{Fe}-\text{C}-\text{N}$ 三元状态图中的共析点为 565°C ,在这一个温度下, $\alpha\text{-Fe}$ 对氮具有最大的溶解度,正是由于碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的溶解度远比氮在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的溶解度小,所以球墨铸铁的表面首先被碳饱和,形成许多超显微的碳化物,以这种碳化物为媒介,促进了氮化物的形核和氮的渗入,形成由表及里为 ϵ 相化合物(Fe_{2-3}N)及扩散

层。 ϵ 相能溶解较多的碳,它又给碳原子的渗入创造了条件。随着时间的延长,碳、氮原子就会都向工件内扩散,但由于碳在 α -Fe中的溶解度很小,扩散量也很小,因而渗层的形成实际上主要通过氮的扩散,渗层主要是一定深度的含氮化合物和含氮扩散层。

2.2 气体软氮化的组织特点

曲轴经气体软氮化后的表层由白亮的化合物层和暗黄色的扩散层组成。化合物主要由 ϵ 相和 γ' 相(Fe_4N)构成。化合物层的外缘有时有多孔的疏松层,疏松层的硬度明显降低,若气体软氮化温度偏高,时间过长,则疏松尤为明显。气体软氮化后的扩散层主要是含氮过饱和的 α -Fe固溶体。

3 气体软氮化处理对曲轴性能的影响

3.1 提高表层硬度

气体软氮化最为显著的性能特点是表面有一层硬度极高的化合物层及较厚的扩散层,但渗层的硬度值与热处理的工艺有关,笔者对经气体软氮化后的R175A柴油机曲轴(QT800-2)进行测量,其硬度已达HV550(HRC52)。

3.2 提高耐磨性

耐磨性是衡量曲轴质量的重要指标,气体软氮化后的曲轴具有致密的 ϵ 相,因此具有较高的耐磨性,气体软氮化后的曲轴表层化合物具有减磨作用,可使磨擦系数大幅度降低,据资料表明,经气体软氮化处理的曲轴其摩擦系数仅为0.07~0.09,而未经处理的曲轴摩擦系数为0.71。

3.3 提高疲劳强度性能

气体软氮化后的氮化层具有残余应力,且氮原子的渗入阻碍了原子位错运动,防止了疲劳裂纹的产生和扩展,使疲劳强度得以提高。

3.4 提高耐腐蚀性

气体软氮化后的曲轴表层的白亮层化学性能极为稳定,使其具有良好的耐腐蚀性,这是等温淬火无法达到的。

4 气体软氮化处理的优点

4.1 变形小

经等温淬火后的曲轴开档尺寸B(图1)的变化往往大于1mm,而经气体软氮化后该尺寸的变化仅0.04mm左右。

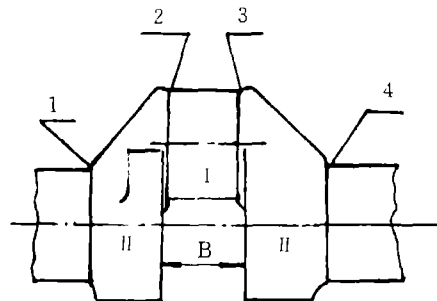


图1 曲轴简图(局部)

4.2 裂纹小

曲轴经等温淬火后,在1、2、3、4处常有裂纹,部分为肉眼即可看出的宏观裂纹,部分为无损探伤后可见的微观裂纹,而经气体软氮化后的曲轴,极少有裂纹,笔者对200例R175A柴油机曲轴进行无损探伤后,仅发现1例有裂纹,级别为B₂,其余均为合格品。

5 结束语

气体软氮化对不在重载下工作,却又需要抗疲劳、抗磨损、抗咬合的曲轴,其强化效果十分显著,缺陷较少,具有较高的经济价值。

参 考 文 献

- 1 姜振雄. 铸铁热处理. 北京:机械工业出版社,1978
- 2 陈仁悟等. 化学热处理原理. 北京:机械工业出版社,1992
- 3 《热处理手册》编委会. 热处理手册(第一分册). 北京:机械工业出版社,1984

Application of gas soft nitriding in diesel engine crankshaft production

Liu Birong

(Machine Factory of Yancheng Institute of Technology, Yancheng, 224003, PRC)

Abstract The gas soft-nitriding is an advanced heat-treatment method in diesel engine crankshaft production at present. The procedure law tissue features, preformance and advantages are analyzed here.

Keywords Diesel engine; Crankshaft; Gas soft-nitriding