

# 活性屏离子氮化和脉冲离子氮化的对比试验研究

曹江<sup>1</sup> 张书<sup>2</sup> 张军<sup>2</sup> 刘翔<sup>2</sup>

(1.中国人民解放军驻四二厂军事代表室 四川成都 610503; 2.四川成发航空科技股份有限公司 四川成都 610503)

**摘要:**为解决航空发动机零件在渗氮生产过程中采用脉冲离子氮化工艺而产生的边缘效应等问题,该文在氨气气氛下对38CrMoAl钢进行活性屏离子氮化处理及脉冲离子氮化,并对渗层的组织结构,渗层厚度等进行了分析。试验结果表明相同的工艺参数下活性屏离子氮化处理工艺会以得到相似的渗氮效果,可以替代脉冲离子氮化工艺。

**关键词:**活性屏离子渗氮 脉冲离子氮化 38CrMoAl 钢

中图分类号: TG156.82

文献标识码: A

文章编号: 1674-098X(2013)01(a)-0017-02

## Study on the Active Screen Plasma Nitriding Using Copper as Active Screen in ammonium

CAO jiang<sup>1</sup> ZHANG shu<sup>2</sup> ZHANG jun<sup>2</sup> LIU xiang<sup>2</sup>

**Abstract:** Edge effects and other problems will be arised if using pulsed plasma nitriding process in the aero-engine parts production. To solve the above problems, this paper carried out the active screen plasma nitriding and the pulse plasma nitriding on 38CrMoAl steel in ammonium and analyzed the tissue structures and the thickness of the nitriding layers. The experimental results showed that similar nitriding effects can be obtained under the same process parameters, and active screen plasma nitriding process can replace pulsed plasma nitriding process.

**Key Words:** active screen plasma nitriding pulsed plasma nitriding 38CrMoAl

自离子渗氮技术问世以来,人们一直努力尝试利用渗氮技术提高齿轮的使用寿命,齿轮是传递动力的机械零件,尤其是高速高载荷条件下工作的航空发动机齿轮,要求齿轮传递能力大、耐磨性好和抗疲劳强度高<sup>[1]</sup>。由于普通直流离子渗氮存在固有的缺点,如温度不均匀、阴极溅射、工件打弧等,使其在处理齿轮时受到限制<sup>[2]</sup>。而活性屏在渗氮处理过程中,整个工件被金属屏包围着,工件处于悬浮状态<sup>[3]</sup>,离子轰击金属屏而不是工件表面,从而解决了直流离子渗氮技术多年来一直存在的边缘效应、空心阴极效应、打弧等问题,可以处理不同形状的工件,能方便地测量工件的温度,控制渗氮工艺过程<sup>[4-6]</sup>。因此,该文就活性屏离子渗氮和传统的离子渗氮作对比,研究在相同工艺条件下能否代替传统离子渗氮处理方法,并希望应用于某机型的生产。

### 1 试验方法

试验在辉光离子氮化炉内进行,试验气体为氨气。炉内放置两个试样,材质为38CrMoAl,试样A放置在自制活性屏内,试样B放在阴极盘上。试样装炉前先用丙酮,酒精清洗干净后干燥立即装入炉内。抽真空后通入 NH<sub>3</sub> 清洗,反复三次,尽量排除炉内的空气和器壁吸附的气体。然后通低气压,加低电压进行打弧,直至辉光稳定。调节电压到试验所需电压,靠辉光放电加热,待温度升至设定值后氮化5小时。试验结束后关闭电源和氨

气,试样在 NH<sub>3</sub> 氛围内随炉冷却至室温取出。

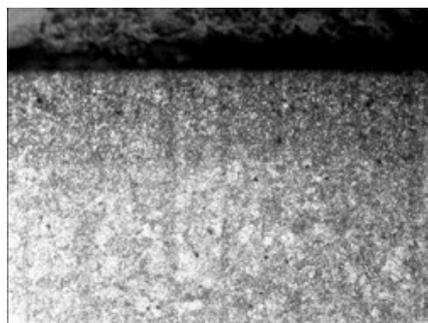
表1 实验工艺方案

电压 / V	气压 / Pa	温度 / T	气体流量 / L./min	时间 / h
900	400	500	0.1	4

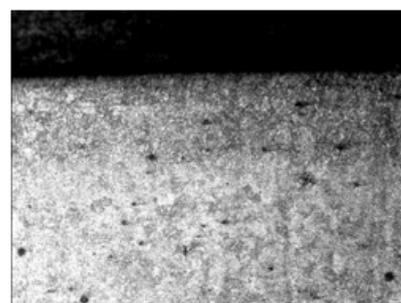
### 2 试验结果与分析

#### 2.1 金相观察

图1是经过活性屏离子渗氮和脉冲离子渗氮后的试样的金相组织图对比。从以上的金相组织对比可以看出,在相同工艺参数下,经过活性屏离子渗氮处理后的金相组织与直流离子渗氮的效果相当的接近,甚至还要优于直流离子渗氮,其主要原因在于:直流离子渗氮过程中,离子溅射主要发生在试样的表面,强烈的溅射会影响活性氮原子向基体内部的渗入。



试样A



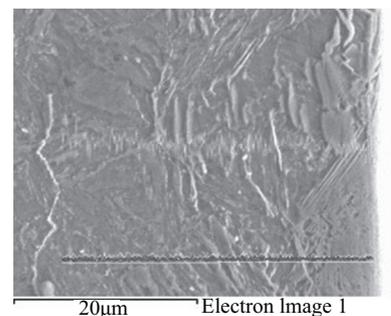
试样B

图1 在各种工艺参数条件下经活性屏离子氮化和脉冲离子氮化后金相组织对比

而在活性屏离子渗氮中完全可以避免这个缺点,溅射主要发生在活性屏上,只有少量的溅射发生在处于绝缘状态的工件上,不但不会影响活性氮原子的渗入,微量的溅射还有利于对工件表面的清洗,制造表面的缺陷便于氮原子的吸收。

#### 2.2 渗层能谱对比分析

图2、图3分别是试样A和试样B的扫描及氮元素的分析图。



作者简介:曹江(1980—),男,汉族,黑龙江省哈尔滨市人,硕士学历,工程师,主要从事航空材料方面的研究。E-mail:11129433@qq.com

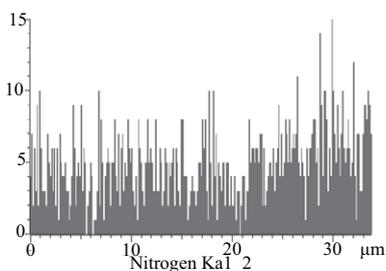


图2 试样A的线扫描图片及氮元素的谱线

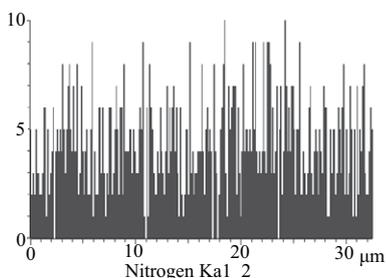
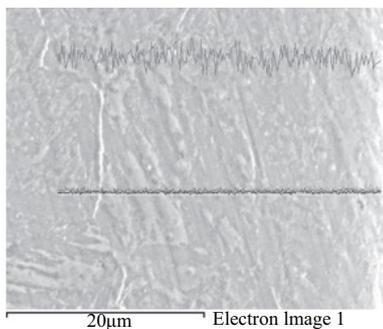


图3 试样B的线扫描图片及氮元素的谱线

从图2、3可以看出,在工艺条件下,经活性屏离子氮化和直流离子氮化后的试样扩散层中,氮元素的含量相当。

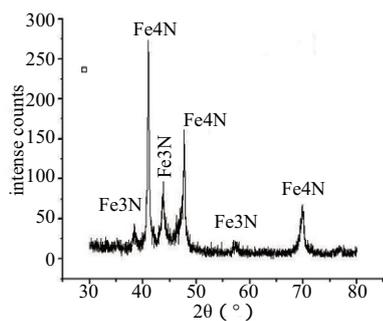


图4 试样A的XRD图谱

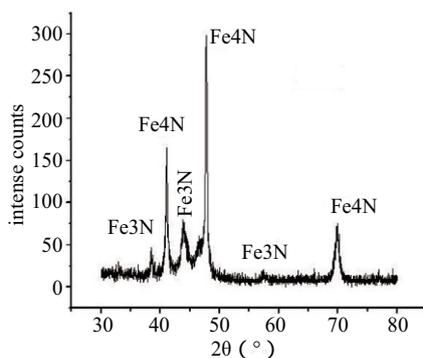


图5 试样B的XRD图谱

### 2.3 XRD对比分析

对渗氮后的试样做X射线衍射分析,图4是试样A的XRD图谱,图5是试样B的XRD图谱。

从以上两图可以看出,在同一工艺参数条件下经两种方式渗氮处理后,在试样表面均能得到 $Fe_3N$ 、 $Fe_4N$ 。

### 2.4 显微硬度梯度对比

表2是在相同工艺参数条件下经两种装置渗氮后试样的断面硬度梯度值。图6是硬度曲线图。

表2 试样A 和试样B的显微硬度值

参数	硬度(HV)														
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
A	1171	1105	1011	956	917	886	867	749	636	621	545	448	389	382	374
B	1141	1102	1027	1017	890	807	797	757	730	724	649	632	486	441	439

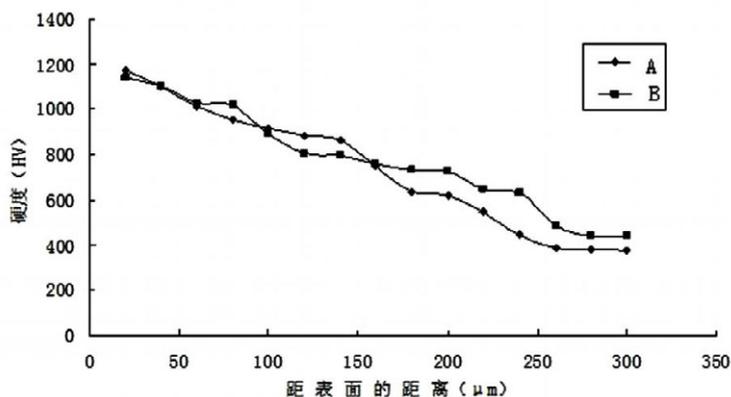


图6 试样A和试样B的显微硬度曲线图

经活性屏离子氮化和直流离子氮化后的试样的显微硬度曲线对比图可以看出,在相同工艺参数条件下,经两种工艺方式处理后的试样的扩散层厚度相当。

### 3 结语

在氮气气氛下和相同工艺参数下活性屏离子氮化处理工艺会得到相似的渗氮效果,可以替代脉冲离子氮化工艺。

### 参考文献

- [1] 谢善骝.国外齿轮热处理的进展[J].航空制造技术,1978,12.
- [2] 潘邻.我国离子化学热处理技术的现状与展望.热加工,2005(11):8-11.
- [3] J.Georges.TC plasma nitriding. US Patent,5989363,1999.
- [4] 彭其凤,丁洪太.热处理工艺及设计[M].上海交通大学出版社,1994:128-129.
- [5] 张元昌,徐在峰.离子氮化技术的历史、发展及展望[J].山西机械,1994(2):7-9.
- [6] 马贵成.离子氮化技术及应用[J].煤矿机械,2004(7):69-70.

中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊 中国学术期刊(光盘版)收录期刊 万方数据数字化期刊群收录期刊

# 《科技创新导报》杂志欢迎投稿

电话: 010-87382766 传真: 010-67343626 E-mail: chinakjzxdb@163.com