

13Cr11Ni2W2MoV不锈钢氮化工艺试验

■ 段宝章

摘要: 此次工艺试验以喷砂代替氯化铵去除13Cr11Ni2W2MoV不锈钢表面钝化膜, 同时摸索出了该种材料的渗氮工艺。

关键词: 不锈钢; 渗氮; 氯化铵

不锈钢13Cr11Ni2W2MoV是12%铬型马氏体热强不锈钢, 由于该钢的室温强度、持久强度均较高, 并具有良好的韧性、抗氧化性和耐蚀性, 使其在航空工业中得到广泛应用。某一轴承零件所用材料为13Cr11Ni2W2MoV, 为了提高零件的强度和耐磨性能, 需要在零件表面进行渗氮强化处理, 设计要求渗氮层深度大于0.20mm, 硬度大于600HV。由于采用离子渗氮的渗层深度达不到要求, 现采用气体渗氮进行渗氮。不锈钢13Cr11Ni2W2MoV含有大量的Cr和Ni, 遇到空气, 表面容易形成一层致密的氧化膜(CrO₃、NiO), 也叫钝化膜, 阻碍氮离子的渗入。对于气体渗氮来讲, 去除不锈钢表面的钝化膜是决定渗氮成功的关键一步。

生产中一般采用化学法在渗氮箱中撒入无水氯化铵, 在加热过程中, 由氯化铵分解出来的氯化氢将工件表面的氧化膜还原。氯化铵的用量对氮化层表面硬度和深度影响较大, 用量过多, 工件表面产生麻点, 腐蚀氮化罐, 堵塞管路; 用量过少, 去除钝化

膜效果不好, 氮化层会减薄且不均匀。还有一种去除钝化膜的方法就是机械法进行干喷砂, 通过喷砂去除不锈钢表面的钝化膜, 可以起到很好效果。

本次工艺试验以喷砂代替氯化铵去除13Cr11Ni2W2MoV不锈钢表面钝化膜, 同时摸索该种材料的氮化工艺。

1. 工艺试验

试验材料13Cr11Ni2W2MoV, 其化学成分见表1。

材料预备热处理采用淬火: 1000℃ × 1h油冷; 高温回火: 680℃ × 2h空冷。

喷砂工艺: 使用粒度为100~200目的硅砂、压缩空气压力0.3~0.5MPa对渗氮表面进行干喷砂, 喷砂后的零件严禁赤手拿取, 且应尽快装箱氮化, 间隔时间不应超过2h。

试验中采用井式氮化炉, 炉温均匀度达到±5℃, 炉内设有气氛循环装置达到气氛均匀。采

用氨气作为渗剂, 零件入炉后, 采用氨气排尽炉内空气。并在低于200℃下测得氨气分解率接近零时, 再升高炉温达到氮化温度, 当炉内温度升至接近氮化温度时, 氨气分解率应尽快调整到工艺规定值。氮化持续足够时间后, 可继续通氨气维持炉内正压随炉冷却, 待炉温降至≤150℃时, 停止供氨气取出零件, 应避免急骤冷却, 防止零件变形。

根据生产经验, 本次氮化工艺试验采用两种, 分别是一段氮化和两段氮化工艺。氨分解率通过氨气流量进行调节。

一段氮化工艺: 580℃ × 45h, 氨分解率60%, 在原气氛中随炉冷至≤150℃出炉空冷。

两段氮化工艺: 第一阶段550℃ × 15h (氨分解率55%) 随炉升温至第二阶段580℃ × 30h (氨气分解率65%), 在原气氛中随炉冷至≤150℃出炉空冷。

采用金相法测定氮化层的深

表1 13Cr11Ni2W2MoV化学成分 (质量分数) (%)

C	Cr	Ni	W	Mo	V	Mn	Si	Fe
0.14	11.2	1.62	1.68	0.46	0.22	0.52	0.48	余量

度,金相法是利用氮化层组织与心部组织抗腐蚀性能不同的特点来测定氮化层深度,氮化试样采用5%CuSO₄溶液浸蚀,用金相显微镜测量氮化层深度。维氏硬度计检验氮化层表面硬度,显微维氏硬度计测量氮化层不同位置的硬度。

2. 试验结果与分析

图1为渗氮后的零件,零件表面未起泡,颜色均匀,呈浅灰色。表明采用喷砂工艺代替氯化铵去除不锈钢表面钝化膜可行。

(1) 渗氮零件表面硬度和渗层深度 对氮化零件进行硬度检查和金相法检测渗层深度,表2是两种不同渗氮工艺得到的渗氮零件表面硬度和渗层深度。采用一段渗氮工艺得到的渗氮层,虽然硬度可以满足,但是渗层深度不足。在两段渗氮工艺条件下,渗层深度和硬度均满足设计对零件的要求。为了验证两段渗氮工艺条件下的渗层深度满足要求,采用显微维氏硬度计对渗层进行检验,表3是两段渗氮工艺条件下,沿着表面向基体内部,每隔0.05mm,进行显微维氏硬度检验的结果,结果也验证了两段渗氮工艺的深度在0.30mm范围内,同时也说明了渗氮层的硬度沿截面分布比较平缓。

(2) 渗氮零件金相组织 零件渗氮之前,对其进行预备热处理(淬火+回火),从而为渗氮做好组织准备。图2为零件采用两段渗氮工艺后的金相组织,图2a为渗氮层金相图片,由此图可以看出渗氮层均匀连续,氮化层主要由含氮索氏体和弥散分布的氮化物组成,且氮化层没

有发现白亮层。图2b氮化零件的心部组织主要由回火索氏体和少量铁素体组成。两段渗氮工艺优于一段渗氮工艺的原因是:第一段渗氮时工件表面形成弥散度大的氮化物,第二段渗氮,温度高于第一段渗氮,时间也长于第一段渗氮,加速氮在钢中的扩散,加深渗氮层的厚度,并使渗氮层的硬度分布趋于平缓。第二阶段温度的升高虽要发生氮化物的聚集、长大,但它与一次较高温度渗氮不同,因为在第一阶段渗氮时首先形成的高度弥散细小的氮化物,其聚集长大要比直接在高温时成长的渗氮物的粗化过程慢得多。因此当不锈钢渗氮深度要求较深时,采用两段渗氮工艺有很大优势。

3. 结语

(1) 采用喷砂进行去除

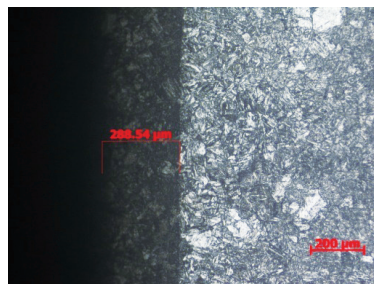
不锈钢表面的钝化膜,可有效代替撒入氯化铵进行不锈钢13Cr11Ni2W2MoV的渗氮工艺。

(2) 13Cr11Ni2W2MoV不锈钢的氮化工艺推荐采用两段氮化工艺:550℃×15h(氮分解率55%)+580℃×30h(氮分解率65%)。

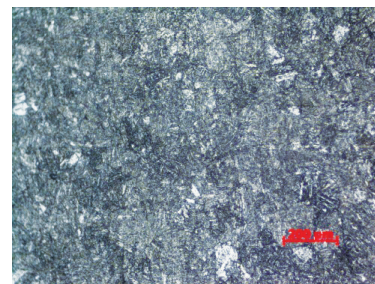
(3) 两段渗氮工艺条件下的氮化层主要由氮化索氏体和弥散分布的渗氮物组成,心部主要由回火索氏体和少量铁素体组成。



图1 渗氮后零件



(a) 表面



(b) 心部

图2 渗氮零件金相组织

表2 不同渗氮工艺条件下的表面硬度和渗层深度

	一段渗氮	两段渗氮
表面硬度HV	620~752	726~856
渗层深度/mm	0.15~0.20	0.27~0.30

表3 氮化层内不同位置的硬度

距离表面/mm	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
硬度HV	837	736	705	695	662	583

作者简介:段宝章,中国航发常州兰翔机械有限责任公司。

MW 20170826