

# 提高 W-Ni-Fe 合金综合力学性能工艺探讨

华山机械工业有限公司计量理化中心 (陕西西安 710043) 张沛

W-Ni-Fe 合金工业上被称之为高比重合金, 它是钨为基础, 以铁族金属为粘结相的一种粉末冶金材料, 在航空和航天工业、机械制造、仪表及电气工业中有着广泛的用途。通常粉末冶金材料与制品生产经过混料、压制和烧结三大工序即可, 但对于有些要求较高的产品, 如高密度钨合金制作的刀杆、镗杆, 高性能比赛汽车的曲轴等, 烧结处理后性能仍不够理想, 需进行热处理来改善其性能。

本文对 W-Ni-Fe 合金烧结后进行了两种不同的热处理, 通过力学性能试验对比可知, 真空热处理后 W-Ni-Fe 合金有较理想的综合力学性能, 从而对一些产品生产工艺的正确选定提供了参考依据。

## 1. 试验材料

W-Ni-Fe 合金通常  $w_w = 80\% \sim 98\%$ , 本次试验材料为 90W-Ni-Fe, 粉末混合数小时后, 由冷等静压制成圆柱状棒坯待用。

## 2. 试验方法

先将压制成形的棒坯进行烧结处理, 然后对棒坯进行盐浴热处理或真空热处理, 通过对力学性能的测试来分析哪种热处理能获得较好的综合力学性能。

(1) 盐浴热处理 将烧结处理后的棒坯分别置于 1060℃、1040℃、1020℃ 的盐浴炉中, 保温时间分别为 20s、15s、10s, 测量其力学性能。

(2) 真空热处理 将烧结后的棒坯置于真空度  $\leq 6.65 \times 10^{-1} \text{Pa}$  的真空退火炉中进行真空热处理, 真空炉温度为 1180℃, 保温烧结时间 3.5h, 测量其力学性能。

拉伸试验采用直径 5mm、标距长度为 25mm 的短比例试样, 在 LJ-5000A 型机械式拉力试验机上测定。冲击试验采用 10mm × 10mm × 55mm 的光滑无缺口试样, 在 JB-30B 型冲击试验机上测定。

## 3. 试验结果

(1) 盐浴热处理 试验结果如表 1 所示。

表 1

工艺	力学性能				
	$R_{p0.2}/\text{MPa}$	$R_m/\text{MPa}$	$A(\%)$	$Z(\%)$	$a_K/\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$
1060℃/20min	920	1110	14.5	29.0	79.0
	940	1090	16.0	28.5	92.0
	895	1110	15.5	23.0	—
1040℃/20min	965	1090	17.0	29.0	95.4
	925	1100	18.0	29.0	101.2
	935	1100	18.0	26.5	—
1040℃/15min	920	1100	15.5	27.0	88.1
	955	1100	16.0	28.5	85.1
	940	1120	16.0	28.0	—
1040℃/10min	990	1120	16.0	25.5	93.2
	975	1120	13.5	25.0	47.6
	970	1130	13.5	26.5	—
1020℃/10min	1020	1130	13.5	26.0	65.2
	995	1130	13.5	22.5	41.6
	990	1130	12.0	24.5	—

注: 拉伸性能符号引自 GB/T228—2002,  $R_{p0.2}$  等同于  $\sigma_{0.2}$ ,  $R_m$  等同于  $\sigma_b$ ,  $A$  等同于  $\delta$ ,  $Z$  等同于  $\psi$ 。

(2) 真空热处理 试验结果如表 2 所示。

表 2

工艺	力学性能				
	$R_{p0.2}/\text{MPa}$	$R_m/\text{MPa}$	$A(\%)$	$Z(\%)$	$a_K/\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$
真空热处理	700	945	27.5	35.0	178.7
	730	970	28.0	39.5	183.4
	745	965	28.0	34.0	168.7
	730	965	30.5	34.5	169.6
	720	945	28.0	39.0	123.9
	715	950	28.0	38.5	134.7

## 4. 结果分析

(1) 盐浴热处理后结果分析 从众多的试验数据中可以看出, 90W-Ni-Fe 合金棒坯烧结后, 经盐浴热处理和真空热处理, 其力学性能大为不同。在盐浴热处理

# 弧齿锥齿轮渗碳质量分析及防止措施

郑州华威齿轮有限公司 (河南 452374) 周红新

弧齿锥齿轮渗碳质量不仅影响到齿轮的硬度、金相组织等,更关系到齿轮的使用寿命。我公司是专业生产汽车后桥弧齿锥齿轮的厂家,产品有11个系列、35个品种。在生产的过程中,偶尔会出现部分齿轮的齿面经过喷砂后有大小不一、颜色较浅的斑点,我们就暂称为“白斑”。本文主要就这种“白斑”对齿轮质量的影响进行探讨。

## 1. 问题的提出

在齿轮生产过程中,这种“白斑”时常会出现,我们用了很长时间也没有找到产生这种“白斑”的原因。一个偶然的的机会,齿轮准备渗碳时,突然停电了,当时炉内温度为450℃,齿轮在炉内存在时间大约有15min,后来担心齿面会被氧化,就赶紧出炉。这炉齿轮重新渗碳后没有发现有“白斑”现象。

是否是这种烘烤杜绝了“白斑”的产生?于是我们就有意识进行了这方面的试验,经过烘烤的齿轮“白斑”现象明显的减少。

## 2. 齿轮表面出现“白斑”的原因

经过仔细的观察发现“白斑”的形状几乎都是椭圆

形,与清洗后的零件上残留的水珠挥发后的形状十分相似,这说明“白斑”的产生肯定与残留的水珠有一定的关系。

大家都知道,淬火工件在局部出现硬度偏低的现象叫做软点。软点区域的组织多为马氏体沿原奥氏体晶界分布的托氏体混合组织。另外,工件表面不清洁也是造成淬火后出现局部硬度偏低的原因。齿轮在渗碳前齿面上的油污会造成齿面上出现软点,渗层浅且不均匀,而渗碳齿轮的渗碳层深度沿轮齿分布的不均匀性,将直接影响齿轮的性能和寿命,因此对造成齿轮渗碳层不均匀的原因进行研究和讨论是十分必要的。例如“白斑”处渗层是否较浅,整个齿面的渗层是否均匀等。

(1) 试验方法 试验零件为1020后桥弧齿锥齿轮,材料为20CrMnTi,在井式炉中进行渗碳,渗层技术要求为1.0~1.1mm,用金相显微镜测定渗碳层深度。我们把生产中发现的5件齿面有“白斑”的被动齿轮进行了解剖分析。

(2) 试验结果分析 试验结果见附表。大家都知道,齿轮在加工的过程中,不仅要经过车削、铣削和磨


中,由于空气中的氧在高温下溶入盐浴,与棒坯中的铁碳作用而引起氧化、脱碳,故盐浴炉温度不易过高,这样便使钨颗粒在粘结相中溶解不够,棒坯的力学性能不够理想,保证了高强度,但塑性、韧性较低,强韧性配合不够好。我们试图通过改变加热温度(采用1020℃、1040℃、1060℃)和保温时间(10s、15s、20s)来改善其力学性能,但从试验结果来看,效果不明显,所以对烧结处理后的棒坯不易采用盐浴热处理。

(2) 真空热处理后结果分析 在真空热处理工艺条件下,可使吸附在钨颗粒表面的氢除掉,从而大大净化钨颗粒,恢复其韧性,使其组织中的钨颗粒充分溶解在粘结相中,固溶强化了粘结相,增强了粘结相与钨颗粒

的结合强度,棒坯的强度、塑性和韧性都得到了很大改善,强度比烧结后提高,而塑性、韧性更是大幅度提高(烧结处理后,一般 $R_m$ 在850MPa以上,塑性在10%以下),其强韧性有了很好的配合,完全能满足刀杆、镗杆和赛车曲轴等产品对力学性能的要求。

## 5. 结语

(1) 真空热处理后,W-Ni-Fe合金的综合力学性能较烧结后有很大提高。

(2) W-Ni-Fe合金烧结处理后,可采用真空热处理工艺来满足某些产品较高的强韧性配合要求。

(20050920)