

镍铬铝轴尖合金的试验与应用

一六一厂 龚其昌

我厂一直沿用 $\phi 0.75$ 毫米钴钨合金 (CoW 25) 丝做仪表轴尖。钴钨合金耐磨、抗冲击, 但热处理后韧性差, 在装配及使用过程中易断裂, 且具有磁性, 不耐腐蚀, 给零件加工和仪表贮存带来困难。此外, 钴钨合金时效工艺不稳定, 其硬度值常常需要返修才能满足技术要求 ($HR_c \geq 59$ 公斤/毫米²)。因此, 再寻找一种既具有高强度、高耐磨性、抗振、抗冲、无磁、耐腐蚀、工艺性又好的新型轴尖材料显得十分必要。

一九七四年陕西精密合金厂开始试制镍铬铝轴尖合金, 并给我厂提供试验材料, 我们作了基本性能、工艺性能及装表试验。试验结果表明, 合金具有一系列优点, 能够满足我厂航空仪表轴尖的技术要求, 可以推广应用。

一、合金概况

试验料为 $\phi 0.75$ 毫米、加工率为90%的冷拉丝材。

化学成分: 0.028% C、0.13% Si、0.01% Mn、0.3% Fe、39.46% Cr、3.42% Al、0.0045% S、0.008% P、0.12% Ce, 余量为Ni。

机械性能: $\sigma_t = 185$ 公斤/毫米²; 弯曲180°不断裂 (曲率半径 $R = 3$ 毫米)。

金相组织: 基体上有均匀分布的少量富铬 α 相。

二、试验结果

1. 时效热处理

零件粗加工后装在不锈钢制的管子内并加盖密封进行时效处理。合金的硬度与时效温度和时间关系见表1。合金经500~550℃时效5小时硬度达到峰值, 硬度值高达 $H_v 880$ 公斤/毫米²。

合金时效强化是由于 γ 固溶体的分解, 同时析出富铬的 α 相和与基体共格的 γ' 相 (Ni_3Al) 所致。原材料的冷加工变形促进随后时效过程的进行, 因此合金的最大强化可归结为合金的加工硬化和沉淀硬化相互影响、相互迭加的结果。

表1 合金硬度 (H_v 公斤/毫米²)
与时效温度和时间关系

小时 \ °C	450	480	500	520	530	540	570	600	650
4	720	790	860	887	887	887	854	807	736
5	735	824	880	906	894	887	835	790	715

2. 合金的加工工艺性

镍铬铝合金具有良好的工艺性, 可在原加工钴钨轴尖的工艺装备上进行生产, 滚光后未发现表面有凹凸麻点, 光洁度可以达到 $\nabla 12$ 。缺点是粘性较大, 磨削时粘结砂轮, 降低砂轮寿命。如果丝材的 α 相颗粒过多或分布不均匀, 则脆性大不易校直, 并影响零件表面的光洁度, 增加仪表活动系统的磨擦, 造成宝石轴承过早损坏。

3. 合金的抗蚀性

与CoW 25和3J22轴尖合金作盐雾对比试验。

试验条件: 盐水浓度5%, pH值6.5~7.5, 温度 35 ± 2 °C, 每天工作8小时, 停16小时为1周期, 1~7周期每小时喷雾15分钟, 停45分钟, 8~21周期每小时连续喷雾45分钟, 停15分钟, 共试验21周期。

CoW 25合金经第1周期即开始变色, 18周期表面已出现腐蚀坑点, 而NiCrAl和3J22合金皆光亮无蚀。

4. 装表试验

(1) 试验内容和方法

用520℃时效4小时的轴尖装表六只;600℃时效4小时的轴尖装表三只。

1) 在安装半径为1.5米、转速为54.5转/分的离心机上作X—X、Y—Y、Z—Z三个方向的线加速度(5g)试验,每个方向试验5分钟。

2) 用压力真空试验器,在760~200毫米汞柱的压力范围交变耐磨2万次。

3) 仪表在2S-100DS型电磁振动试验台上沿X轴线振动 22×10^6 次,其振动参数见表2。

表 2

频率, 赫芝	2.5	50	185
振幅, 毫米	0.5	0.2	0.028
振动次数	4×10^6	9×10^6	9×10^6
振动时间, 小时	44	50	14

4) 仪表在冲击试验台上沿X轴线以加速度4g冲击一万次,加速度8g冲击一万次。

5) 仪表在DZ-150型电磁振动台上沿X轴线作加速度14g抗振1分钟。

(2) 试验结果

1) 每作完一个试验项目检查仪表误差,均符合产品技术条件。

2) 仪表试验后轴尖的损坏情况分析表明,经520℃时效的轴尖,磨损很小,优于CoW25

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

(上接第25页)

图5是用石墨型壳浇注的开式透平叶轮的低倍组织,由图可见,其内部质量接近于国外同类型壳铸件的一、二级水平。

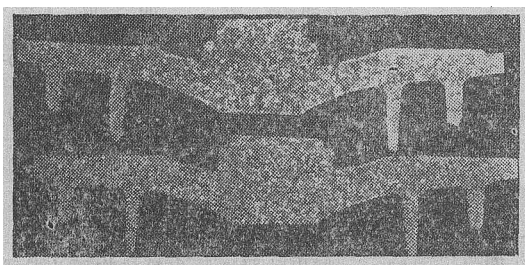


图 5 石墨型壳中浇注开式叶轮的低倍组织。

(上面为离心浇注的,下面是静置浇注的。)

和3J22合金。采用600℃时效的轴尖,磨损较大,轴尖头部被墩平,说明合金只有采用峰值时效规范才能充分发挥其优越性。经600℃4小时时效的轴尖,虽保持较高的硬度($H_v > 750$ 公斤/毫米²),但其性能却不如具有相同硬度的CoW25合金。

3) 仪表试验后,轴尖各部分仍保持光亮无蚀,CoW25却有明显的锈蚀斑点。

三、结 论

试验表明,镍铬铝轴尖合金综合了CoW25和3J22合金的主要优点,达到航空仪表所要求的各项技术指标。

1. 合金时效热处理工艺简便可靠,性能稳定,不易产生过时效,在500~570℃范围内时效4~5小时,维氏硬度大于800公斤/毫米²。

2. 轴尖合金采用500~540℃时效4~5小时,具有最佳的耐磨、抗冲、抗振性能。

3. 合金具有优良的抗氧化及耐腐蚀性,与CoW25合金相比是一独特优点。

4. 从经济效果来看,NiCrAl合金的原材料价格约为CoW25合金的八分之一,是目前最廉价的航空仪表轴尖材料之一。

5. 缺点是粘性大,磨削时粘结刚玉砂轮,降低砂轮寿命。

☆ ☆ ☆ ☆ ☆

钛合金熔模铸造石墨型壳的研究成功是我国在这方面比较成功的第一代型壳,适宜于浇注一些中小型比较复杂的另件,这种型壳系统原材料来源丰富,成本低,型壳比重小,强度高,可单壳浇注,浇注铸件质量优良,这对推广应用于工业生产极为有利,可满足当前航空工业和其他工业部门的使用需要。

该型壳系统的不足之处是收缩较大(约4~5%)浇注前不能预热到高温。但这两方面均可通过采取适当措施加以克服。

(谢成木 执笔)