

1J22 软磁合金切削加工裂纹分析

李晓琳 马彦东 马芳 刘雪峰 洪媛媛

(首都航天机械公司, 北京 100076)



摘要: 通过对在切削加工中产生裂纹的 1J22 软磁合金零件进行宏观分析、化学成分分析、金相检验和扫描电镜分析等, 得出该零件切削加工裂纹产生的原因为该合金有序化 α 相的解理开裂敏感性和较强的冷作硬化能力。解决的措施为: 通过锻后热处理的手段抑制有序相的产生以及改进切削工艺以降低冷作硬化的效果。

关键词: 1J22 软磁合金; 切削加工; 有序 α 相; 裂纹; 冷作硬化

Analysis of 1J22 Soft Magnetic Alloy Machining Crack

Li Xiaolin Ma Yandong Ma Fang Liu Xuefeng Hong Yuanyuan

(Capital Aerospace Machinery Company, Beijing 100076)

Abstract: Based on macro analysis, chemical analysis, metallographic examination and scanning electron microscopy analysis of the cracks in machining of 1J22 soft magnetic alloy, we can conclude that machining crack appears because of the alloy's, the ordered phase α cleavage cracking sensitivity and strong work hardening ability. Solution measures: it can in habit the production of ordered phase by means of heat treatment after plating and reduce the effect of cold-work hardening via improving the cutting process.

Key words: 1J22 soft magnetic alloy; cutting process; the ordered phase α ; crack; cold-work hardening

1 引言

软磁合金在弱磁场中具有较高的磁率和低矫顽力^[1], 是一种可以用来制造磁导体铁心、无线电通讯设备磁屏蔽的铁磁性精密合金, 在电力电子、宇航、仪表等工业中得到了广泛应用^[2]。

铁钴合金是迄今所发现软磁合金中饱和磁感和居里温度最高的一类合金^[3]。FeCo 合金在耐热性、耐磨损、抗腐蚀等方面具有比较好的性能。铁钴合金的居里温度随其钴含量的增加而提高。含 50%Co 时合金居里温度最高, 约为 980℃^[4]。1J22 合金是含钴 50%, 钒 1.4%~1.8%, 余为铁的铁钴系软磁合金。该合金具有所有磁性合金中最高的磁饱和强度 (2.4T)^[5], 极高的居里温度 ($T_c=980^\circ\text{C}$) 和最大的饱和磁致伸缩系数 (60×10^{-6}) 等特性, 极易适合工作要求重量轻、体积小的航空航天器件^[6]。但是与铁镍软磁合金相比,

其切削加工能力较差, 切削加工过程中易产生裂纹, 从而降低了成品率, 提高了生产成本。

2 理化检验

2.1 宏观分析

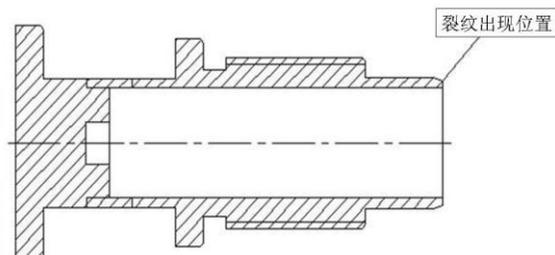


图 1 零件的剖面结构及裂纹出现位置示意图

零件的剖面结构及裂纹出现位置示意图 1, 裂

作者简介: 李晓琳 (1983-), 工程师, 材料加工工程专业; 研究方向: 机械产品失效分析与预防。

收稿日期: 2013-10-10

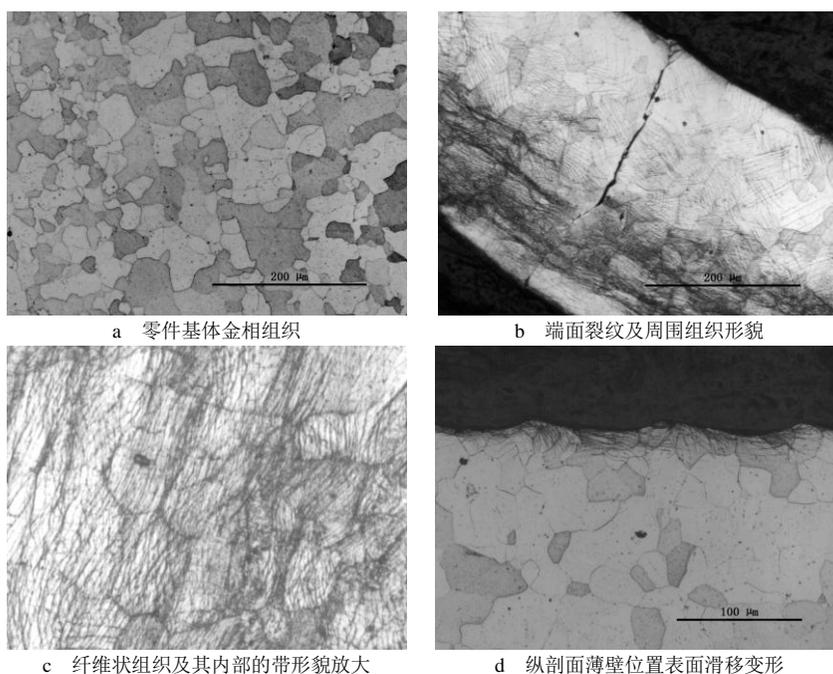
纹起始于零件外圆锥端表面,沿零件圆锥外表面垂直于车削加工纹路分布,有的裂纹已贯穿整个环壁,数量为3~7条不等,裂纹周围无氧化迹象,其典型宏观形貌如图2所示。



图2 裂纹的宏观形貌(侧面和端面)

2.2 金相分析

制取金相试样,图3a为零件基体组织形貌,图3b为存在裂纹的横端面组织形貌。对比零件基体组织金相形貌,横端面的组织晶粒被显著拉长,呈现纤维状分布形貌,并且晶内存在密集分布的滑移带(图3c),且越靠近外圆表面,其晶粒的纤维状形貌愈加显著,晶内滑移带数目愈多。对零件薄壁位置进行纵向剖切,薄壁位置的内外近表面组织均发生了滑移变形,变形带深度约为0.027mm。



a 零件基体金相组织

b 端面裂纹及周围组织形貌

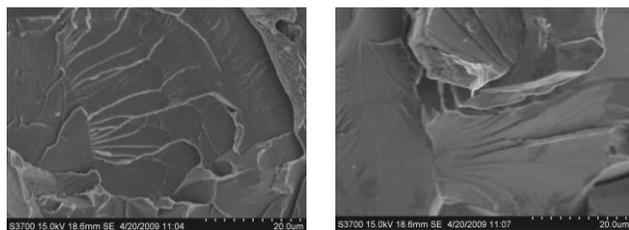
c 纤维状组织及其内部的带形貌放大

d 纵剖面薄壁位置表面滑移变形

图3 金相组织形貌

2.3 断口分析

沿裂纹打开断口,断面干净无氧化色,呈明显的金属光泽。扫描电镜下观察,断面干净无腐蚀产物,整个断口未发现剪切唇区,呈现出以解理断裂为主的脆性断裂特征(图4a),无二次裂纹存在。人工打断断口形貌也呈现以解理断裂为主的脆性断裂特征(图4b)。



a 裂纹处断口形貌

b 人工断口形貌

图4 电镜下断口形貌

2.4 化学成分分析

取样进行化学分析,结果见表1。由表1可知,零件的成分符合GB/T15018—94标准要求。

表1 零件的化学成分

样品	化学成分/%									
	C	Si	Mn	S	P	Co	V	Ni	Cu	Fe
1J22	≤0.04	≤0.30	≤0.30	≤0.02	≤0.02	49.00~51.00	0.80~1.80	≤0.50	0.20	余量
零件	0.004	0.10	0.07	0.003	0.004	49.86	1.52	0.19	0.006	余量

2.5 硬度测试

对存在裂纹的薄壁横端面进行硬度测试,结果如表2所示,从表中可以看出,整个横端面的硬度均较高,而且纤维状组织处硬度略高于其他位置。

