

用声发射技术结合显微硬度法 研究镍基合金复合涂层韧性

The Study of Tenacity of Ni-based Alloy Composite Coating
Using AE Technology and Micro-hardness method

军械工程学院 (050003) 王俊英 江苏理工大学 (212013) 杨启志

军械工程学院 (050003) 倪新华 闫石 杜心康

【摘要】提出了声发射技术与显微硬度法相结合的方法,对用真空熔烧法制得的镍基合金复合涂层中碳化钨含量对韧性的影响进行研究。结果表明:涂层的韧性随碳化钨含量不同而改变,在35wt%~40wt%之间,涂层脆性最小,韧性最好。

关键词 涂层 声发射(AE) 显微硬度法

Keywords coating, acoustic emission(AE), micro-hardness method

在用真空熔烧法制作复合涂层时,在涂层粉末中添加一定量的硬质相颗粒,可大大提高涂层表面的耐磨性。但在提高耐磨性的同时,也降低了涂层的韧性,增加了脆性,严重影响涂层的使用性能。研究硬质相含量对复合涂层韧性的影响,对其脆性进行测定十分重要。目前采用的主要方法有:三点弯曲法、测压痕长度法、磨粒磨损试验法^[1]等,这些方法有的设备复杂,有的灵敏度差,所以本文采用高灵敏度的声发射法结合显微硬度压痕法^[2,3,4]来分析硬质相含量对涂层韧性的影响。

试验方法

试验用试样为普通45#钢(正火),尺寸为10mm×10mm×20mm,涂层粉末选用镍基自熔合金粉与碳化钨粉混合,化学成分见表1。

表1 复合涂层粉末的化学成分

名称	成分/%wt	粒度/目
镍基合金 (NiCrBSi系)	0.7~0.8C, 3.5~4.5Si, 2.8~3.6B 11~14Cr, ≤14Fe, Ni 余量	-140~+320
碳化钨	10~30Ni, 70~90WC	-150

熔烧设备:ZC2-65真空炉。

熔烧工艺:将混合好的不同WC含量(25%、30%、35%、40%、45%)的粉末膏剂分别涂敷于45#钢试样表面,放入真空炉内抽真空至1.33Pa,升温至1100℃熔烧。

试样烧制完成后,用SEM对涂层的显微结构进行分析,而后用声发射法结合显微硬度压痕法对不同WC含量的涂层表面的脆性进行测量。图1为试验检测系统的方框图。

显微硬度计为日本产M型,压头为金刚石四角

棱锥,加载系统的负荷有50g、100g、200g、300g 4种,加载时间选择10s。试验方法是依次采用不同的负荷,在涂层表面打出压痕。压入过程中的声发射信号经探头接收后,输入前置放大器放大,经输入鉴别器滤波、放大、阈值整形处理,再经能量处理单元处理,输出声发射能量的矩形脉冲信号,最后由计数控制器累积计数并由数码管显示数值。

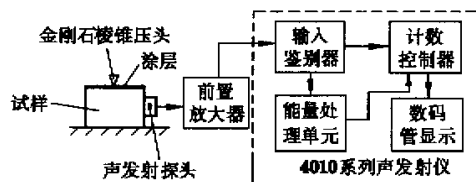
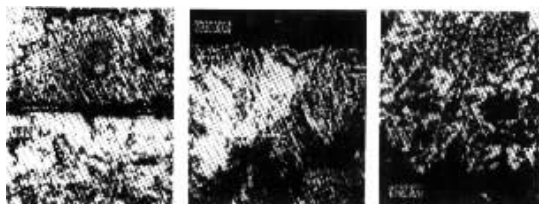


图1 显微硬度计与声发射仪组成的检测系统

试验结果

图2给出了由真空熔烧法制得的镍基合金-碳化钨复合涂层的显微组织结构。



(a)×200 (b)×1500 (c)×1500

图2 镍基合金-碳化钨复合涂层显微组织 SEM 照片

从图2中可以看出:

1. 在涂层外侧(如图2a、图2c所示),大量复杂形状的硬质相分布在镍基固溶体上;在涂层与母材之间有一条均匀致密的单相过渡层,与母材形成牢

固的冶金结合。

2. 临近过渡层的母材侧约200 μm 内(如图2b所示)全部为珠光体组织,并且由表及里,珠光体的相对量越来越少,铁素体的含量逐渐增多。

3. 界面结合质量好,在固体界面处,没有发现裂纹。

图3给出了不同 WC 含量的复合涂层的 E_n - P 直线图。

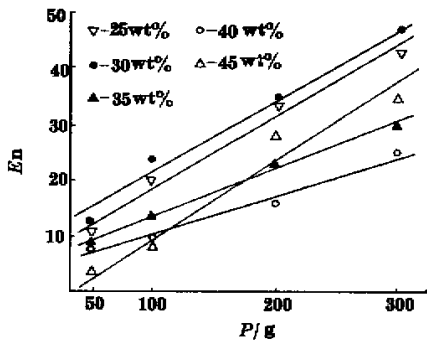


图3 不同碳化钨含量复合涂层的 E_n - P 图

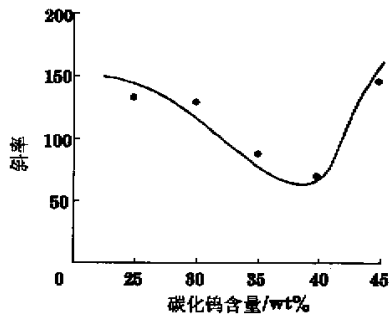


图4 斜率 K 与碳化钨含量对应曲线图

图4中 P 为加载系统的负荷; E_n 为声发射能量累积计数值(取5次平均)。若用 K 值表示 E_n - P 直线斜率,则可绘出 WC 含量与 E_n - P 直线斜率 K 值的对应关系图。如图4所示,不同的碳化钨含量对应的 K 值是不同的。

分析与讨论

声发射能量的累积计数值 E_n 与负荷 P 之间呈线性关系^[5],可表示为: $E_n = KP + b$ 。同时 E_n 大小与 $\sqrt{U_{\text{弹}}}$ 成正比($\sqrt{U_{\text{弹}}}$ 为裂纹形成与扩展时释放的弹性应变能),因此 E_n 的大小可以反应裂纹形成与扩展时所释放的弹性应变能的大小。对陶瓷涂层而言,在相同 P 作用下,不同脆性的陶瓷涂层的 E_n 是不同的, E_n 愈大其脆性愈大。由试验结果可看出,在相同 P 作用下,不同 K 值的涂层的 E_n 值不同

的。 K 值愈大,其 E_n 值愈大,从而反应出涂层的脆性大、韧性小,反之脆性小、韧性大。

由图4可以发现,WC 含量小于35wt%时, K 值随 WC 含量的增加而缓慢下降;WC 含量大于40wt%后, K 值却随 WC 含量的增加而逐渐升高;WC 含量在35wt%~40wt%之间,存在一最小 K 值,即在这一范围内的某点对应的涂层脆性最小,韧性最好。可见,涂层中 WC 含量的多少对涂层的脆性的影响是巨大的。由 SEM 图可知,涂层主要由二相组成:一种为 Ni 的固溶体,另一种为碳或硼形成的化合物组成的硬质相。WC 在25wt%~35wt%范围内时,随 WC 加入量的增加,所形成的 Ni 基固溶体增加,这种 Ni 基固溶体具有很好的强度与韧性,同时由于涂层中的总的脆性硬质相减少,使整个涂层的强韧性增加,脆性降低。但当 WC 含量超过40wt%后,随着 WC 含量的增加,涂层中 Ni、Cr 等元素含量大大下降,形成的 Ni 基固溶体量降低,而脆性硬质相量却升高,当 WC 含量超过60wt%时,涂层呈现疏松、多孔结构,使涂层韧性大大降低。由以上分析可知,最好将涂层中硬质相的添加量控制在35wt%~40wt%。

结 语

1. 用声发射技术结合显微硬度压痕法测量复合涂层的韧性,灵敏度高,方便易行。
2. 声发射能量累积计数值 E_n 与负荷 P 呈线性关系;利用 E_n - P 直线斜率 K ,可定性评价涂层的韧性; K 值愈大,涂层脆性愈大,韧性愈小,反之,韧性愈大。
3. 不同 WC 含量的涂层的 K 值不同,其韧性也不同;在35wt%~40wt%间,存在一脆性最小值,这一数值可为涂层的成分设计提供一定参考。

参考文献

1. 陈利祥. 三点弯曲法测微波烧结氧化锆陶瓷的断裂韧性 K . 青岛大学学报,1997,10(3):15~18
2. 朱祖铭,石南林,郭延风. SiC/Al 复合材料断裂机制的声发射研究. 材料研究学报,1997(2):15~20
3. 朱凤旌,陈积懋. 声发射技术在复合材料发展中的应用. 机械工程材料,1997(8):30~34
4. Bukuckas, J. G. JR. Monitoring Damage Growth in Titanium Matrix Composites Using Acoustic Emission. Journal of Composite Materials, 1994, 28(4)
5. 李木森,侯绪荣等. 用显微硬度压痕法结合声发射研究硼化物层脆性. 山东机械工程学会材料专业委员会第二届学术年会论文,1998:1~15

责任编辑 王亚昆

作者: [王俊英](#), [杨启志](#), [倪新华](#), [闫石](#), [杜心康](#)
作者单位: [王俊英, 倪新华, 闫石, 杜心康\(军械工程学院, 050003\)](#), [杨启志\(江苏理工大学, 212013\)](#)
刊名: [新技术新工艺](#) **ISTIC**
英文刊名: [NEW TECHNOLOGY & NEW PROCESS](#)
年, 卷(期): 2002, ""(6)
引用次数: 1次

参考文献(5条)

1. [陈利祥](#) [三点弯曲法测微波烧结氧化锆陶瓷的断裂韧性值K](#) 1997(03)
2. [朱祖铭](#), [石南林](#), [郭延风](#) [SiC/Al复合材料断裂机制的声发射研究](#) 1997(02)
3. [朱凤旌](#), [陈积懋](#) [声发射技术在复合材料发展中的应用](#) 1997(04)
4. [Bukuckas J G JR](#) [Monitoring Damage Growth in Titanium Matrix Composites Using Acoustic Emission](#) 1994(04)
5. [李木森](#), [侯绪荣](#) [用显微硬度压痕法结合声发射研究硼化物层脆性](#) 1998

相似文献(0条)

引证文献(1条)

1. [汤光平](#), [周文凤](#), [黄文荣](#) [激光重熔处理对渗硼层脆性的影响](#)[期刊论文]-[理化检验-物理分册](#) 2003(12)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xjsxgy200206025.aspx

下载时间: 2010年5月27日