

离子渗氮-电弧离子镀复合涂层关键科学问题研究 取得重要进展

电弧离子镀已经被广泛用于提高工件表面硬度、耐磨性及耐腐蚀性能,其使用过程中主要问题在于涂层与基体硬度差异大,膜基界面结合力和承载能力有限,无法满足重载、高速等剧烈摩擦磨损要求。虽然有研究者发现渗氮层能增强涂层的力学性能,但发现化合物层的存在显著降低了结合力、承载能力及耐磨性。安徽工业大学表面工程研究所张世宏课题组通过调控离子镀沉积工艺,成功抑制了化合物层向铁素体转变,探讨了化合物层增强复合涂层力学性能的微观机理。该文发表在《Applied Surface Science》2015 年第 332 卷。

作者首先通过离子氮碳共渗技术,在 T10 钢表面制备了含化合层的渗氮层。氮碳共渗参数:温度 570 ℃;氨气和丙酮流量分别为 500 L/h 和 4.2 L/h;时间为 5 h。离子镀沉积前,试验样品分为两组:第一组,含化合物层;第二组,利用机械抛光的方法,去除样品表层化合物层。然后在这两组样品表面沉积 AlCrN 和 AlCrTiSiN 涂层。利用 SEM 对压痕形貌进行观察,研究各种涂层的断裂韧性;利用 HT-3001 划痕仪测试各种涂层的结合力,加载速度为 30 N/min,划痕速度为 2 mm/min,划痕时间为 2 min;利用 HT-2005 摩擦磨损试验机,研究各种涂层的耐磨性,磨损条件分别为:对磨球为 WC-12Co 硬质合金球,直径为 6 mm,磨损速度为 637 r/min,法向载荷为 20 N,磨损时间 3 600 s。利用 SEM 和 EDS 对磨痕形貌及元素成分进行研究。

SEM 观察发现(如图 1 所示),离子镀涂层与基体界面结合力良好,XRD 测试结果显示,由 ϵ 相组成的化合物层转变成由 γ' 相组成的化合物层。不含化合物层的 AlCrN 和 AlCrTiSiN 复合涂层膜-基结合力分别为 20 N 和 25 N,含化合物层的离子渗氮 AlCrN 和 AlCrTiSiN 复合涂层的膜-基结合力分别为 34 N 和 44 N。另外,化合物层也显著提高了复合涂层的承载能力及硬质膜的断裂韧性。

摩擦磨损试验研究表明,含化合物层的 AlCrN 和 AlCrTiSiN 复合涂层摩擦因数分别为 0.3 和 0.4,低于不含化合物层的 AlCrN 和 AlCrTiSiN 复合涂

层的摩擦因数。SEM 及 EDS 分析表明(如图 2 所示),对不含化合物层的 AlCrN 和 AlCrTiSiN 复合涂层而言,其摩擦机理主要为氧化及涂层剥落磨损。对含化合物层的 AlCrN 和 AlCrTiSiN 复合涂层而言,其磨损机理主要为氧化磨损。

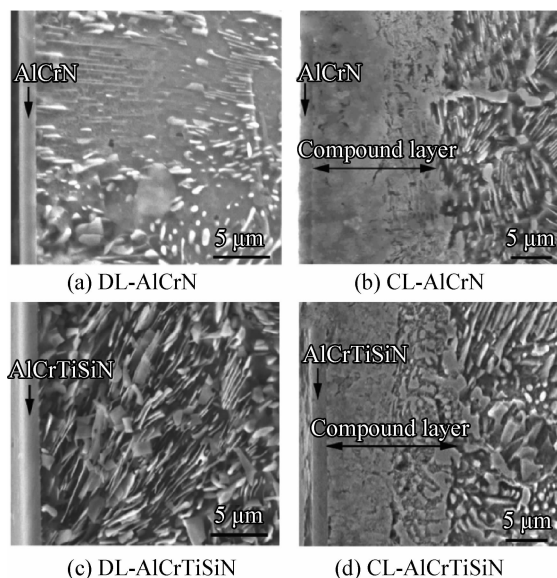


图 1 各种复合涂层横截面微观组织

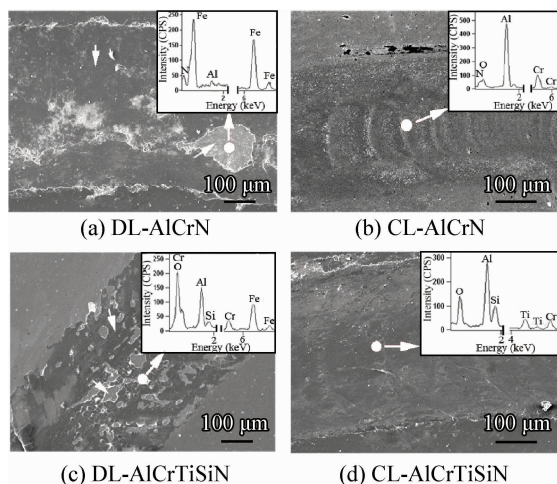


图 2 磨痕形貌及 EDS 分析

(安徽工业大学 张世宏 供稿)