

表面工程应用实例

[例 48] 全方位离子注入与沉积在航天精密运动部件 表面强化中的应用

在火箭、卫星等研制中，渗氮、喷涂等表面强化方法很容易导致零件尺寸变差，因此必须在精密部件表面制备出高尺寸精度和高性能的强化层。而传统表面强化技术难以同时满足这两个要求。

全方位离子注入与沉积技术利用离子鞘层来实现离子的加速，克服了传统束线离子注入的直射性效应；当离子鞘层与工件之间“保形”时，可在复杂形状零件表面获得均匀的表面强化层，在高精度表面强化层制备方面体现了很大的潜力。近 20 年来，随着在鞘层有限碰撞离子注入、高能离子注渗、离子注入与沉积复合等方面取得的重大突破，已经解决了离子注入效率低、强化层性能不足等关键技术难题。

采用该技术在精密运动部件表面制备的强化层在满足微米级尺寸精度的同时，实现了长寿命（寿命比基体提高 3~5 倍）、低摩擦因数（干摩擦因数小于 0.15）和高承载（表面显微硬度提高 1 倍以上，极限承载载荷提高 15% 以上）等性能，已经成功应用于多个航天精密运动部件，如卫星、空间站长寿命轴承等精密零件的表面强化，并实现批量处理。



图 1 空间站长寿命轴承



图 2 空间对接结构压紧盘

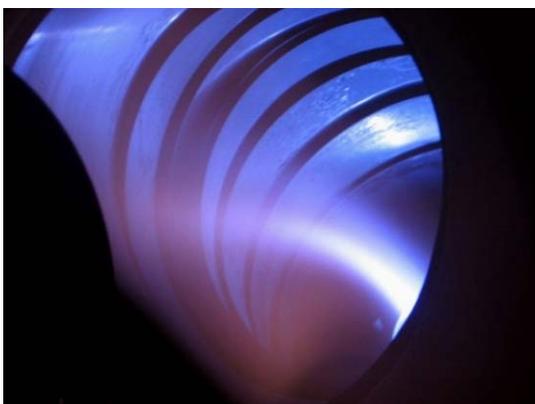


图 3 脉冲阴极弧等离子体源



图 4 轴承离子注入工业化批量生产设备