

## 500 字摘要

随着装备性能需求不断提升，光学系统对铝镜提出了复杂曲面纳米精度制造的新需求。传统的铝镜加工方法在加工精度生成、表面质量控制等方面已经无法满足制造需求，因此迫切需要对新工艺进行探索。针对这一瓶颈，论文开展铝镜离子束抛光的基础研究，在制造理论与工艺上获得突破，创新点如下。

(1) 提出了铝镜变质层可控清洗修形新方法。揭示了变质层离子束去除调控规律，解决了铝镜不能离子束直接抛光的难题，形成了组合加工工艺，实现了铝镜加工精度与效率的提升。

(2) 提出了复杂曲面铝镜纳米精度离子束修形工艺路线。建立了铝镜离子束修形工艺条件约束，提出了基于面形滤波的复杂曲面离子束精确修形方法，解决了铝镜离子束纳米精度修形难题，复杂曲面铝镜制造精度突破 16nm RMS。

(3) 建立了铝镜纳米精度修形的装备正向设计基础。建立了面形误差收敛对装备定位精度、运动精度与动态特性的需求模型，解决了加工精度生成对装备特性认知的难题，实现了离子束抛光装备的正向研制和加工收敛比的提升。

(4) 提出基于变质层优化的车削铝镜离子束抛光新工艺。揭示了变质层对离子束加工表面质量生成的影响机制，解决了车削铝镜离子束直接抛光难题。在离子束去除深度为 300nm 时，表面粗糙度仍能维持在 6nm 以下。