

摘 要

大口径光学元件广泛应用于高能激光器、高端光刻机等装备的光学系统中。随着科技水平的不断发展，对其数量、尺寸以及精度等提出了更高的要求。全口径平面抛光工艺是平面光学元件的关键制造工序，在工信部重要工程任务支持下，本文面向平面光学元件的抛光需求，开展了抛光垫实时修形的全口径平面抛光工艺及装备的研究工作。

论文基于多体理论，提出了线性变换综合函数的机床精度分析方法，建立了包含空间精度、研制成本以及工作可靠性的综合评价模型，为机床误差分配提供了科学依据，确定了机床的 17 项主要技术指标。在此基础上，实现了基于气体静压主轴/转台的全口径平面抛光机床的优化设计，提出了连续抛光的确定性去除方法，研制了平面元件分区施压装置。在抛光工艺基础上，发明了一种温度场热应力主动控制的抛光垫修形方法，利用温度控制实现了抛光垫面形实时修正以及抛光垫表面热位移误差补偿，抛光垫平面度 PV 值达到 $2\ \mu\text{m}$ ，且能补偿 75% 的热位移误差。提出了基于模糊理论的抛光工艺多目标优化方法，实现工艺参数的全局优化，结合抛光垫实时修形技术，完成了 $400\times 400\ \text{mm}$ 口径 KDP 晶体平面度 PV 值 $2\ \mu\text{m}$ 的高效加工。