

“光电测控”专题文章导读

乔彦峰

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 光电测控部)

我国从 50 年代筹建第一个靶场武器试验场区以来,至今已有 50 多年的历史,先后建立过多个试验基地及试验测量场区。光学测量设备也随着靶场的发展经历了一个从无到有,从小到大,从援建到自建的全过程。随着计算机技术、通信技术和电子技术的飞速发展,各种先进的测控技术、测控设备层出不穷,先进的光电测控技术已经在现代科学技术、工业生产和国防等诸多领域中广泛应用。

至 20 世纪 90 年代初,国外研制的光电经纬仪多采用组合式结构,组合任选、配置灵活、机动性好、适应性强。近几年,国外测控设备的功能不断完善,性能也不断提高,光电经纬仪空间飞行目标的坐标测量精度、目标的跟踪精度都有了很大的提高。我国自行研制的试验场光学测量设备,其总体技术和主要性能指标已与国外相当,但在精密跟踪及测量技术、辐射特性测量以及新技术的研发和工程应用上还有一定的差距。

如何缩小上述差距,是在光电测控设备研制以及在光电测控技术预研过程中必须考虑的关键性问题。这不仅涉及推进现有关键技术的设计优化,如大口径支撑技术;还涉及了围绕光电测控设备功能提升、性能优化的展开相关技术攻关,包括:采用先进的高性能的光电器件和图像处理、融合跟踪等技术提高光测设备性能;开展辐射特性测量技术实现光测设备功能提升;加强前沿技术的研究,尤其是光学新技术的前瞻研究,如光学合成孔径技术等。

本专题论文来源于光电测控部目前正在承担的相关课题项目,内容涉及光电经纬仪光机结构的优化设计、经纬仪星体标校、红外辐射特性测量以及合成孔径成像技术等。鉴于编码器在光电测控设备上的广泛应用,而光栅是编码器的核心元件,本专题还包括一篇对光栅衍射效率计算的论文。

《1 m 口径主反射镜支撑系统的优化设计》一文对 1 m 主镜的支撑系统进行了优化设计。分析比较了两种常用主镜侧支撑结构,优化确定了轴向支撑半径和侧支撑方式、侧支撑点位置。分析计算出主镜处于不同俯仰角位置时的最大面形精度 RMS 值为 5.3 nm。

《连续变焦镜头焦距输出结构的设计》一文设计了一种连续变焦镜头的焦距输出结构,该结构直接由一个连接杆与移动镜组相连,由以蜗轮蜗杆驱动的直线位移传感器为反馈元件,提高了焦距输出的精度。

《船载光电经纬仪坞外星体标校》一文采用恒星位置代替固定方位标,将原本在坞内的经纬仪标校工作转移到海上。实验结果表明:海上星校单项差的标定与坞内通过方位标标定的结果非常接近,照准差偏差为 0.015,水平差为 0.22,垂直差为 0.014,系统误差的标定与坞内结果具有很好的一致性,能够满足经纬仪海上标校的要求。

《环境对中波红外探测器测温精度的影响》一文根据测温模型推导出红外探测器像元灰度值和辐射照度之间的关系公式。根据以上公式推导出辐射测温的修正公式,以高精度面黑体作为目标进行测温实验,对红外探测器像元的灰度值进行修正并计算测温误差,修正前、后测温误差的均方根分别为 3.56 和 0.27,显著提高了测温精度。

《利用蒙特卡洛法分析红外光学系统的杂散辐射》一文利用杂散辐射分析软件 Light tools 中已有的蒙特卡洛分析方法,对建立的红外系统光机结构的三维模型进行光线追迹分析,得到了系统像面的照度分布结果。同时,对该系统中各结构表面的热辐射进行了定量计算,分析了结构中不同组成部分对系统像面的杂散辐射影响。针对红外系统探讨了杂散辐射抑制方法,为后续设计提供了参考。

《地基多孔径成像系统验证实验设计》一文在现有加工工艺条件及装调检测条件下,设计了基于两个子望远镜的合成孔径成像实验系统,选取菲索型多孔径望远镜为研究对象,从几何光学理论出发,讨论了地基斐索型合成孔径成像系统实验的可行性。分析了实验中关键组件的调整精度,提出了保证合成孔径成像系统能完善成像的解决方案。实验中设计了分辨率小于 ± 0.03 mm 的微调机构来保证系统获得清晰图像,使用分辨率达到 0.05 μm 的压电直线精密驱动器系统来保证两束光相位同步。

《亚波长闪耀光栅矢量衍射效率计算》一文通过建立闪耀光栅的电磁介质模型,并将楔形不规则结构简化为多层矩形光栅结构,通过电磁场的介质分布建立了严格耦合波方程。根据边界条件求解出各层的电磁场分布,再通过增透矩阵方法将各层电磁场依次迭代,求解出了整个结构的衍射效率。这种矢量衍射数值算法具有较高的准确性,可以推广应用于高致密刻线复杂光栅的衍射计算分析。