



2013年度浙江大学学术进展

## 探月三期地月合影双分辨率光学相机技术

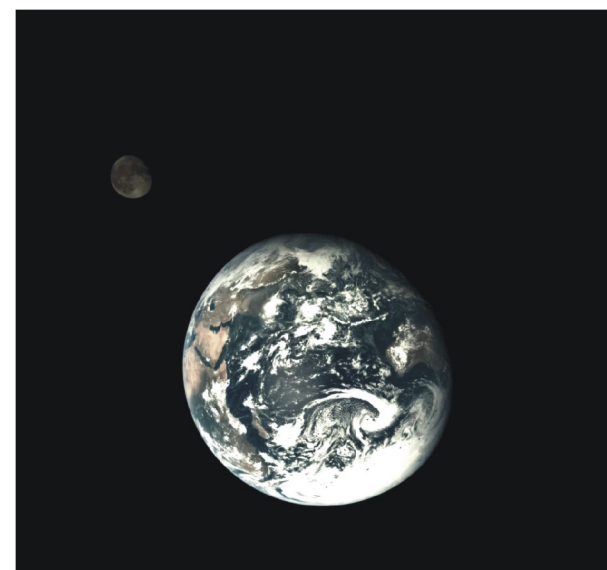
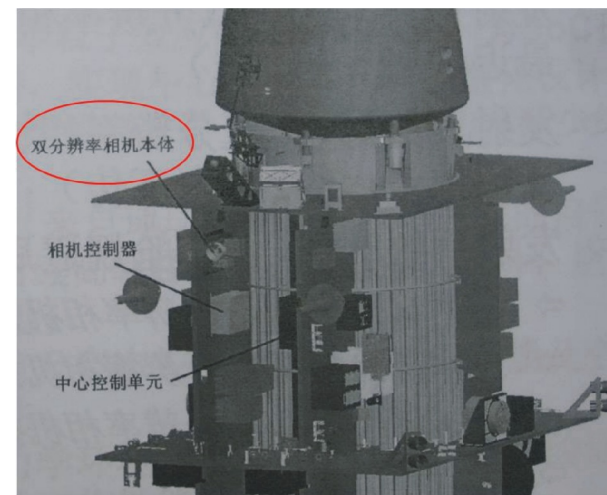
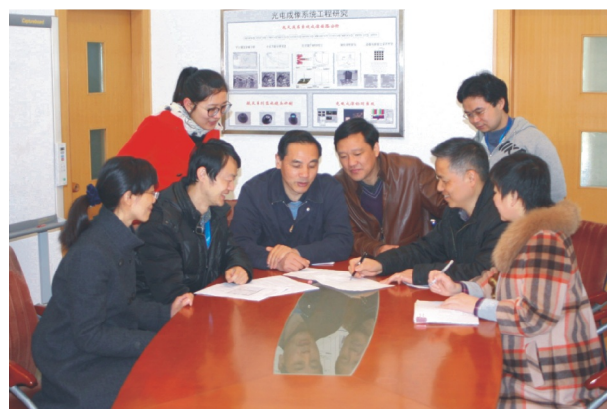
★★★★★

2014年11月，我国探月三期首次再入返回飞行任务取得圆满成功，设计理念源自于浙江大学的双分辨率相机搭载飞行试验器，成功获取了我国首次地月合影图像。

项目负责人：徐之海 冯华君

浙大徐之海教授团队于2011年~2012年间提出了一种新型双分辨率航天光学相机的设计概念、成功研制了原理样机，获得了国家发明专利授权。该相机于2013年2月被列入探月工程三期再入返回飞行试验计划，目标是完成我国首次地月合影任务。

双分辨率相机创造了一种光学成像新体制，可在同一时刻对同一场景，实现两个视场的不同分辨率光学成像，破解了普通光学相机成像视场与分辨率相互制约的难题，既满足了地月合影时对宽视场的要求，同时又能对地球或月球局部进行高分辨率成像。在飞行相机的工程研制中，浙大课题组参与了任务规划和技术指标的论证、承担了光学系统的设计和研制。该相机光学系统挑战了 $3.2\mu\text{m}$ 最小航天相机像元的极限。浙大课题组经过2轮设计、3轮研制，解决了微小型多镜片光学系统达到微米级装调精度的难题，光学系统MTF在 $156\text{l/mm}$ 的空间频率下超过了0.3，在保证高分辨成像质量的同时实现了系统的轻小型化。该相机系统性地运用了无热化、防辐射、气压平衡等设计技术，突破了胶合光学元件空



间环境适应性等技术瓶颈，保证了系统抗冲击与振动的能力和在恶劣辐射与温度环境中的高稳定性。

2014年10月24日凌晨2点，探月三期飞行试验器从西昌卫星中心发射，经过4天的奔月飞行后到达月球附近，在月球引力的作用下实施转向飞行，双分辨率相机于10月28日凌晨3时许，在距月球1.2万公里、距地球约40万公里处成功进行了我国首次地月合影；在飞行试验器返回舱与服务舱分离，返回舱成功再入返回地球，服务舱再次飞离地球后，位于服务舱上的双分辨率相机于11月9日16时再次开机，在距地球约54万公里、距月球约92万公里处，完成了人类历史上在该位置与角度上的首次地月合影。负责中国探月工程的探月与航天中心对浙大工作予以了高度评价“……徐之海教授团队提出了双分辨率相机的设计概念，……完成了原理演示，并负责相机飞行产品中的光学系统设计和制造，在探月工程三期飞行试验器的双分辨率相机研制中做出了突出贡献。”负责飞行器总体的航天五院探月三期总体部也对浙江大学的出色工作表示感谢。

本项目原创性强，系统复杂，研制难度大，在系统集成度、轻小型化和成像分辨率方面超过了日本“月亮女神”探月卫星上2台光学相机的成像能力，达到国际先进水平。地月合影成像的圆满成功再次展现了我国航天技术能力，激发了人们对探索宇宙奥秘的兴趣，产生了显著的社会效益。