自适应光学专题·编者按

自适应光学技术源于地基光学/红外望远镜观测中遇到的大气湍流扰动问题。由于大气湍流的存在,空间目标发出的光波穿过大气层到达地球表面时,其振幅和相位都会受到大气湍流的扰动。相对于光波的振幅而言,相位受到的随机扰动更加严重,所以目前的自适应光学技术主要克服光波相位受到的随机扰动。

大气对来自空间目标发出光波相位的随机扰动,导致望远镜的成像质量严重降低,望远镜的实际分辨率也远达不到衍射极限。1953年,美国天文学家巴布科尔(Babcock)提出了自适应光学技术的基本思想:通过对大气湍流引起的动态变化的波前畸变进行实时测量,然后进行实时补偿来消除或者减少大气湍流干扰,从而得到高分辨率的成像。自适应光学技术是实时克服光学动态像差的一种十分有效的手段。

自适应光学系统主要由三部分组成:波前传感器、波前校正器,以及波前控制器。其基本工作原理是,波前传感器定量测量入射光波的畸变波前,波前控制器将波前传感器测得的畸变波前转换成控制波前校正器的控制信号,最后控制信号加到波前校正器以产生相应的面型来实时补偿入射光波的畸变波前,从而达到要求的像质。因此,从控制的角度来说,自适应光学系统又是一个高速闭环自动控制系统。

半个多世纪以来,随着各项核心技术的提出和发展,例如各种波前传感技术、波前校正器件、实时波前重建算法、激光导引星技术以及高速并行的自动控制技术等,自适应光学已经成为一门集科学性与工程性于一体的高新技术学科,涉及物理学、光学、计算数学、自动控制原理、微机电技术、材料科学等许多研究领域。同时,以“像差主动补偿”为基本思想的自适应光学技术在光学成像中的应用也不断得到拓展,已经成功应用于激光通信、精密跟踪、激光光束控制、光学精密制造与加工、生物医学等领域。

为了展示我国自适应光学技术的近期研究成果,激发和培养青年科研工作者和学生对自适应光学技术的兴趣,特别组织了“自适应光学”专题,此专题由6篇相关领域的综述和研究论文组成。具体内容包括:(1)自适应光学技术在天文观测中的研究进展;(2)快速响应液晶波前校正器的研究进展;(3)自适应光学在生物荧光显微成像技术中的应用;(4)无波前传感器自适应光学在生物成像中的应用;(5)兴隆2.16 m望远镜自适应光学系统;(6)基于59单元自适应光学系统的脉冲板条固体激光光束净化研究。

由于时间仓促,本次专题所收录的论文肯定未能完全覆盖自适应光学技术所涉及的所有领域,也不能代表我国学者在自适应光学领域的所有研究成果。但我们希望借此机会能够抛砖引玉,进一步加强我国在自适应光学领域的研究,为培养更多的高素质科技人才做出一点贡献。

张思炯 李邦明

中国科学院国家天文台南京天文光学技术研究所

引用格式: 张思炯,李邦明. 自适应光学专题·编者按. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2017, 47: 084201

Zhang S J, Li B M. Special topic on adaptive optics (in Chinese). Sci Sin-Phys Mech Astron, 2017, 47: 084201, doi: 10.1360/SSPMA2017-00032