

迎接与太阳物理最前沿的再次握手

——专访《科学通报》编委邓元勇研究员

中国科学院北京天文台怀柔太阳观测站始建于 1984 年, 于 1999 年进入中国科学院知识创新工程, 改名为“怀柔太阳观测基地”(以下简称“怀柔基地”)。经过多年发展、几代科研工作者的努力, 怀柔基地先后产出了一系列重要成果, 在国际太阳物理观测研究的前沿领域占有了一席之地。值怀柔太阳观测基地建立 30 周年之际, 本刊对怀柔基地主任兼总工程师、《科学通报》编委邓元勇研究员进行了专访, 请他谈谈怀柔基地的发展历程和未来方向。

编辑部: 怀柔基地过去 30 年中围绕太阳观测进行了哪些领域的研究和应用, 您能概括总结一下吗?

邓元勇编委: 在天文学这个庞大的研究领域, 怀柔基地多年来致力于对太阳磁场的观测研究。我们目前能观测到的太阳(即由光球、色球、日冕构成的太阳大气)整体上处于一个高温等离子体环境, 由于太阳内部不断产生和向外传输能量, 因此以磁场为主导的电磁相互作用是太阳大气活动的本源。太阳磁场是太阳物理最重要的观测研究对象。同时, 由于人类目前还无法在实验室完全重现太阳上的极端条件来进行等离子体的物理实验, 因此太阳磁场的观测研究不仅对太阳物理, 而且对天体物理乃至物理学研究都具有重要意义。目前在国际太阳和日地物理研究领域尚未解决的重大科学难题大多与磁场相关。由于上述原因太阳磁场的观测虽然已经有百余年的历史, 但一直是前沿和热点研究领域。怀柔基地开展的工作主要涉及太阳磁场速度场形态演化、磁场非势特征、磁螺度观测与理论、小尺度(弱)磁场及磁场内禀性质和基于矢量磁场观测的太阳大气三维重构等方向, 近年来还拓展了太阳发电机、日震学等理论研究。我们在这些领域的研究长期处于世界前列, 另外凭借观测和资料优势以及活跃的学术氛围, 我们开展了广泛的国内外学术交流与合作。

怀柔基地进行的应用层面的工作就是监测太阳对地球环境的影响。电磁相互作用导致的太阳剧烈活动是灾害性空间天气事件的源头, 太阳磁场研究不仅具有科学意义, 而且对人类活动也有重要的现实意义。太阳物理学研究并非纯粹的学术研究, 同时要配合国家战略需求。怀柔基地是中国空间环境监测预警网的骨干, 长期为相关部门提供数据与服务, 承担了多项太阳活动监测设备的研制任务, 也是国际太阳活动监测网络的重要成员。另外从 20 世纪 90 年代末开始, 随着中国境内 3 次日全食的发生, 怀柔基



邓元勇, 中国科学院国家天文台研究员

地组织开展了一系列科学观测活动, 并多次接待来访参观并作科普报告, 配合媒体对公众关心的科学问题进行解读, 对引导正确舆论、提高公众科学素养做出了一份贡献。

编辑部: 请您介绍一下怀柔基地在这些领域取得的主要研究成果。

邓元勇编委: 怀柔基地建成以来取得了丰硕的研究成果, 30 年来共发表 SCI 论文 500 多篇, 过去 10 年间承担各类项目近 80 项。这些研究成果的取得主要分为几个阶段:

20 世纪 90 年代中期之前, 我们的太阳磁场望远镜刚建成, 大家对科研的认识还处于表象, 主要对太阳黑子磁场如何演化, 磁场形态等进行研究。我们在关于耀斑和磁场位形演化的关系、速度场和耀斑的空间位置关系等方面进行了几项当时国际领先的工作。同时, 20 世纪 80 年代末期怀柔基地和美国大熊湖天文台启动了“日不落”联合观测, 利用 2 个天文台各处东西半球的地理优势, 在世界上首次对太阳局部区域磁场进行了准全时段的连续观测。这一开创性课题确定了太阳网络磁元和磁网络的平均寿命, 发现了耀斑期间太阳活动区矢量磁场发生变化等系列重要结果, 为确定太阳磁场长时间序列演化的基本规律做出了重要贡献。

接下来的 10 年, 我们的研究从起初的“看图识字”前进了一步, 开始通过观测资料计算一些物理参数, 从而进一步开展对太阳磁场活动的机理研究。这个阶段取得的成果, 主要集中于太阳矢量磁场结构与演化, 即太阳磁场的非势性研究, 以及关于磁场螺度性质的研究等。2009 年汪景琇院士以“太阳磁场结构和演化研究”项目获得国家自然科学二等奖。张洪起研究员等人利用怀柔矢量磁场资料进

行的太阳活动区电流螺度手征性的统计研究等,在国际上也很有影响力.另外我们还在国际上首次对太阳极区矢量磁场进行了系统观测,获得一系列重要结论,充实了对太阳全局磁场特征的认识.

近 10 年来我们一直致力于将观测研究上升到理论高度,不仅要从观测资料获得科学发现,而且要寻求理论解释.以张枚和张洪起研究员为代表的团队在国际上发表了多篇关于模型的文章,提出了一些创新性的观点,颇具影响力.近几年我们也引进了一些年轻的科研人员,拓展了过去的研究领域,希望新鲜的研究力量结合过去积累的宝贵观测资料和经验,将观测基地的研究水平提升到新的高度.

编辑部: 我们知道,观测设备的发展水平对于天文学研究至关重要,怀柔基地的现有设备情况如何?

邓元勇编委: 天文学是一门极度依赖于观测的科学,没有好的仪器就无法做出好的成果,设备和研究相互推进.我们的团队能够处于国际太阳磁场观测领域的前沿,取得重要成果,跟先进观测设备的建设密不可分.汪景琇院士在申报国家自然科学奖的时候就指出,该项目代表性的论文成果主要是基于我国自主研发的设备观测完成的.对于基地今后的发展、科学研究的深入,设备因素至关重要.我们的团队中做科学研究和设备研究的人员比例相当.

目前怀柔基地的观测设备主要有几部分.首先是 1984 年建成使用的太阳磁场望远镜,这是我国太阳物理观测仪器方面一个里程碑式的成就.二十世纪五六十年代,磁流体力学的发展推动了太阳磁场观测仪器的迅速发展,艾国祥院士等敏锐地把握到了太阳磁场观测的辩证发展规律,创新性地提出了发展太阳磁像仪的设想,利用 20 年左右时间建成的太阳磁场望远镜(20 世纪 60 年代提出,80 年代建成),仪器性能位居当时世界上仅有的 3 台同类仪器之冠,被称为“哲学思索的胜利”.时任中国科学院院长周光召题词说“太阳磁场望远镜的建设者是中国科学院的骄傲”.怀柔太阳磁场望远镜多年来为国内外科学家们提供了持续累积的磁场和速度场观测资料,我国依托于其研制发展起来的太阳磁场测量技术也位居国际前列.

1994 年通过专家鉴定的多通道太阳望远镜可以同时获得太阳上 9 个不同层次的图像,具有高时间、高空间、高灵敏度等强大功能,是我国独创的、处于世界领先水平的综合望远镜,主要用于太阳物理的基础研究和日地关系应用基础研究.2006 年投入使用的全日面太阳磁场监测系统在国际上率先实时在线发布的全日面矢量磁场观测数据,为大尺度太阳矢量磁场研究和空间太阳活动监测与预报提供了长期可靠的观测资料.

以上设备屡获殊荣.设备的建设过程中我们也形成了一支在太阳磁场观测技术领域具有国际水平的技术人才队

伍,近些年完成了多项观测设备的更新改造以及新的技术研发,为基地的运行和发展打下了基础.

编辑部: 面对新时代的挑战,怀柔基地的未来发展计划是什么?

邓元勇编委: 我们清醒认识到,任何一个设备或天文台都有其自身的生命周期,如何保证怀柔基地在未来的长远时间能够高质量地运行,继续站在国际太阳观测研究领域的前列,是我们思考的最重要问题.

围绕“一流的设备、一流的科研”的未来目标,我们对未来观测设备的发展计划主要依托我国太阳物理界共同规划的“一天一地”项目.20 世纪 90 年代中期艾国祥院士提出了空间太阳望远镜项目,当时被国际同行称为“太阳物理领域里的哈勃望远镜”,但当时由于技术等原因未能立项实施.2006 年以来日、英、美等国研制的太阳观测卫星投入使用后对我们的研究构成了冲击,但其性能指标都还未能超越我们想要建造的空间太阳望远镜,因此目前我们仍然在推动这个项目,希望实现地基观测设备很难达到的空间分辨率和灵敏度兼顾的目标,在不受地球大气影响的空间进行太阳的基本磁结构这一太阳物理难题的探测.该计划被纳入了国家深空探测规划中,还需要更多的政策支持,填补目前中国空间科学研究的空白.

另外在地基观测方面,我们和国内太阳物理同行提出了“中国巨型太阳望远镜”计划(CGST),即建造一台分辨率等效 8 m,聚光能力等效 5 m 口径的功能强大的太阳望远镜.面对目前美国正在研制的、计划 2019 年前后投入使用的口径 4 m 的“先进技术太阳望远镜”(ATST),我们于 2010 年提出了用 10~15 年时间建设“中国巨型太阳望远镜”计划,力争在未来的几十年,能够保持我国在国际上相关领域的领先地位.未来我们希望能够将空间探测与地基探测相结合,发挥各自的优势,形成从太阳大气到日地空间环境这样一条整体的观测链条,再次走向太阳物理最前沿.

目前国内的相关机构都在以 CGST 为主的“先进地基太阳天文台”的旗帜下开展工作,我们的团队除了负责该项目的整体推进,还主要负责红外偏振测量技术部分.从关键技术中提炼出的“用于太阳磁场精确测量的中红外观



国家天文台怀柔太阳观测基地

测系统”项目今年获得了国家自然科学基金委“国家重大科研仪器研制项目(部门推荐)”批准,该项目一方面是 CGST 的关键技术预研;另一方面,其本身也可攻克太阳磁场测量百年历史中的横向分量测量精度不高的难题。我本人也受到邀请,作为中国学者首次实质性介入了美国 ATST 项目。另外由于城市环境变化的影响,未来一些项目可能会在中国西部选址,形成“大怀柔”的概念。今后我们将在深入怀柔基地优势研究方向的同时,开展与相关前沿学科的交叉研究,也将加强同国际先进机构的交流与合作,力争实现我国在世界太阳物理研究前沿领域的第二次飞跃,为中国科学院早日实现“四个率先”做出新的贡献。

编辑部:目前的科研评价体系,对于中文非 SCI 期刊发展影响比较大,您作为《科学通报》编委,可否给我们的办刊工作提一些建议?

邓元勇编委:关于 SCI 的话题非常复杂,很难一言以蔽之。我国目前很多政策、规定还不是很完善,在这种情况下,制定一种科研评价体系,让大家在这个体系下公平竞争,客观地说也不失为一个可行的举措。但是,随着我

国科技水平和整体国民素质的提高,这种考核机制的不足也日显突出,甚至制约科研的进一步发展,需要加以完善。我们应该很高兴地看到,越来越多的有识之士认识到了这一问题,并加入到为改善不良科研环境的努力中来。

个人觉得国内优秀文章投往国外刊物并非都是以 SCI 为目的。至少对天文学而言,国际上研究公开的程度非常高,空间太阳观测设备的资料都是实时开放的,因此将自己满意的研究成果投往一个高影响力的刊物,以便和尽量多的同行交流,是一种自然的选择。

因此,对于《科学通报》,最重要的还是要明晰本刊的定位,即做非 SCI 中最好的中文刊物!当然不能脱离世界科技前沿,可以实时跟进报道一些最前沿的科技动态。但更重要的是吸引国内科研同行,首先选择将一些有价值的基础性研究成果发表于《科学通报》。在天文学领域,其实有很多这样的机会,因为天文学是一门极度依赖于观测的科学,从基础性工作做起是提升天文学整体水平的必要条件,也是每个优秀天文工作者必须经历的阶段,这其中就有很多可以总结和分享的东西。因此,我们要大力宣传本刊的理念,以便吸引更多的关注和投稿。

(本刊记者 闫蓓)