

中日太阳物理界合作的现状与前景

张彩成

(中国科学院国际合作局 北京 100864)

1993 年 7 月 5 日—11 日,在日本相模原市的国民生活会议中心举行了中日第二次太阳物理讨论会。与会的中日太阳物理学家有 53 位(美国大熊湖天文台王海民博士作为特邀代表参加了会议,美国著名的射电天文学家孔杜教授也列席了会议)。纵观该次讨论会和几年来中日太阳物理界合作的累累硕果,深感我国科技界开展国际合作与交流的重要性。

一、回顾

1988 年,由当时的日本东京天文台太阳部主任日江井教授和我国怀柔太阳观测站首席科学家艾国祥院士率先提出成立中日太阳物理合作委员会,以此推进中日双方的太阳物理的合作研究。该倡议征得了中日太阳物理界的普遍认可,并获得了各自国家有关部门的批准。中日两国政府为此签署了相应的太阳物理合作协议。从此中日太阳物理界进入了合作研究的新时期。自 1988 年以来,中日双方对 22 周太阳活动峰年进行了联合观测和研究;双方对共同感兴趣的太阳活动区开展了近百次的联合观测;互派研究人员几十余人次从事观测、研究和处理观测资料等;举行了 3 次双边讨论会。

1. 中日第一次太阳物理讨论会

中日第一次太阳物理讨论会于 1991 年 3 月 1 日—9 日在我国的西双版纳召开,中日双方有 40 位太阳物理学家参加。本次讨论会就太阳活动区磁场、速度场和演化、太阳耀斑和日冕现象;太阳射电爆发和粒子加速;1991 年 7 月在墨西哥的日全食观测计划和中日双方对于未来太阳物理的进一步合作的可行性进行了讨论。会议取得了圆满的成功。

2. 国际天文学联合会(IAU)第 141 次太阳活动区磁场与速度场讨论会

(详见本刊 1993 年第 8 卷第 2 期第 177 页)

3. 中日第二次太阳物理讨论会

讨论会在日本举行。在这次讨论会上,中日双方的 50 余位太阳物理学家对 1992 年非常活跃的三个太阳活动区 NOAA7260、NOAA7270 和 NOAA7321 的不同的活动现象,从射电、光学和软硬 X 射线等波段进行了深入细致的讨论。这次讨论会的显著特点是:

(1)中日双方的太阳物理学家分别利用本国最先进的设备获得的最新的观测资料进行分析和讨论。如:日方利用国际太阳物理界最先进的观测设备“阳光”卫星 A 获得的太阳软硬 X 射线资料和日像仪获得的射电资料对太阳的活动现象进行分析和论证;而中方则利用怀柔太阳观测站性能优越的太阳磁场望远镜获得的资料进行分析和讨论。双方的研究成果,富有启发性和挑战性。

(2)年轻的太阳物理学家在这次讨论会上崭露头角,他们的研究成果受到与会代表的关

注。

(3)在这次会议上,日方关于太阳爆发的高能分量观测、太阳微型耀斑的特征分析、软硬 X 射线的观测资料的分析博得与会代表的普遍好评;向量磁场的分析和研究、对磁剪切和磁电流的讨论,引起了日方的浓厚兴趣。该次讨论会的研究成果表明:对太阳软硬 X 射线的观测、太阳全日面的射电成像观测、光学观测和向量磁场的观测,联合对太阳耀斑的产生机制和演变过程进行研究,将会揭示太阳耀斑较深层次的奥秘,将会对太阳物理的发展起到有力地推动作用。

二、双方的研究实力

1. 日方

研究队伍:日方研究人员已形成老中青一条龙的研究实体。老一代的著名太阳物理学家甘愿做中青年的人梯,并创造更多的机会,使中青年太阳物理学家活跃在太阳物理的前沿领域。特别是中年太阳物理学家已起到挑大梁的作用,年轻的太阳物理学家在国际舞台上广泛地进行交流和施展才能。

经费:日本政府对天文学研究的投资强度大,其一年的投资相当于我院一年的所有经费,而太阳学科的经费在日本天文界的经费中又占有较大的比重(从下面所述的日本太阳物理观测设备的投资情况可窥见一斑)。

日方在数据分析、计算机的使用上能力强。日本最先进的观测设备——“阳光”卫星 A 和日像仪的观测资料均使用目前世界上最先进的大型计算机进行分析和处理,使运算速度大大提高,节省了人力和时间。

用于太阳物理研究的主要观测设备:

(a)“阳光”卫星 A:造价 2 亿美元,于 1991 年 8 月 31 日发射上天,分辨率为 0.15 个角秒。主要用于对太阳软硬 X 射线的成像观测和软 X 射线的光谱观测;进行太阳活动区磁环的研究;确认太阳活动区磁环的拓扑机理等。该观测仪器被认为是目前太阳物理领域从事空间观测的最好设备之一。

(b)射电日像仪:造价近 4000 万美元,于 1992 年 3 月投入观测。该日像仪由直径 60 厘米的 84 面小射电望远镜组成,该日像仪相当于一架 500 米口径的望远镜,分辨率为几个角秒,视场为太阳全面。与“阳光”卫星 A 的观测联合起来可对太阳大气、太阳活动区的生成、发展及消亡过程和太阳不同的活动现象进行研究,可获得较有份量的研究成果。

(c)太阳耀斑望远镜:为四通道的太阳耀斑望远镜,其主要器件滤光器系从我国购买。该望远镜主要用于观测太阳磁场、速度场、 $H\alpha$ 和太阳活动区的连续像。

另外,还有京都大学飞弹天文台的太阳塔,用于太阳耀斑、活动区、光谱等的观测;安装在 2876 米高山上的日冕仪,用于日冕的观测等。

2. 中方

研究队伍:我国的太阳物理研究人员主要分布在三台(北京天文台、紫金山天文台和云南天文台)和三系(南京大学天文系、北京大学地球物理系天文专业和北京师范大学天文系)。已形成在国际上有影响的研究集体和学术带头人,一批中青年学者在积极发挥着作用,但我国的中年太阳物理学者尚未像日本中年太阳物理学家在国际舞台上那样活跃。我国的太阳物理的

研究队伍有断层现象。但整体研究水平基本与国际上持平。

经费:我国太阳物理的研究经费基本上是从我国政府的几个部门获得的,这些研究经费与我国太阳物理研究工作赶超世界先进水平起到了一定的作用。但这些经费与我国太阳物理所需的实际经费相比,还有相当大的差距。

用于太阳物理研究的主要观测设备:

(a)太阳磁场望远镜:于 1984 年在怀柔工作站投入使用。口径为 35 厘米,视场为 $6' \times 4'$, 终端配有 CCD 照相系统。该望远镜主要用于太阳活动区磁场、速度场、太阳耀斑和 $H\alpha$ 等领域的观测研究。该望远镜被认为是世界目前地面观测最好的望远镜之一。目前被认为是太阳物理量重要的发现之一的太阳耀斑出现在 $H\alpha$ 多普勒速度图反变线红移一侧,其观测资料就是用该望远镜获得的。

(b)太阳多通道望远镜:该望远镜由九通道望远镜、全日面磁场望远镜和 $H\alpha$ 全日面磁场望远镜组成。

九通道望远镜的主镜口径为 60 厘米,视场为 $3' \times 2'$,该望远镜配备的滤光器系统可同时用九个波段(3968 \AA 、 4686 \AA 、 5173 \AA 、 5247 \AA 、 5250 \AA 、 5576 \AA 、 5896 \AA 、 6173 \AA 和 6513 \AA)对太阳的光球或色球的不同层次进行全日面磁场或视向速度场测量。其中波长 5247 \AA 和 5250 \AA 的观测资料进行太阳精细结构的研究。

全日面磁场望远镜:口径为 10 厘米,可对太阳光球(5324 \AA)和色球(5576 \AA)的全日面磁场和速度场进行测量,还可对太阳的大尺度特性进行研究。

$H\alpha$ 全日面望远镜:口径为 14 厘米,可对全日面 $H\alpha$ 进行监测;因为该望远镜在波长 $\pm 32 \text{ \AA}$ 上可进行调整,因而该望远镜还可进行白光耀斑的观测。

太阳多通道望远镜均采用宽视场可调波长的万能滤光器系统,该望远镜可同时获得太阳不同层次的 14 个太阳像。日本著名的太阳物理学家 Kosugi 教授参观了该望远镜后,说道,该望远镜的建成,简直是不可思议的事情。IAU 第 141 次讨论会的大部分代表参观了该多通道望远镜后,认为该望远镜是二十世纪乃至二十一世纪地面用最好的望远镜之一。

(C)太阳塔:于 1982 年 6 月在南京大学天文系建成,这是我国的第一座太阳塔。主副镜有效口径为 46 厘米,塔高 20 余米,定天镜安置在塔的顶部。该望远镜终端配备三套 CCD 照相系统和多波段的光谱仪。该太阳塔主要被用于对太阳色球、光球的二维光谱观测和太阳单色像观测;进行光谱线不对称性(指谱斑和耀斑光谱)、耀斑在爆发期间色球和过度区的影响等方面的研究;耀斑的半经验模型是该研究项目的代表性工作。

此外,还有用于太阳射电观测的太阳射电复合干涉仪;从事于太阳特殊现象、活动区观测、色球观测和太阳预报工作的 40 厘米双折射望远镜及色球望远镜、 $H\alpha$ 色球光球双筒望远镜和太阳精细结构望远镜等。

三、合作前景

1. 双边会议:双边学术讨论会是中日双方对各自的研究成果和共同感兴趣的太阳活动现象进行研究而得到的成果的一次展示,也是中日双方太阳物理学家直接进行面对面交流的好形式。根据中日太阳物理合作协议的要求,双方在 1989—1995 年期间拟举行四次双边太阳物理讨论会。到目前为止,已举行了两次,一次在中国,另一次在日本。在中日第二次太阳物理讨

论会上,双方初步商定,中日第三次太阳物理讨论会于1994年9月在我国乌鲁木齐市举行。中日第四次太阳物理讨论会初步定为一九九五年在日本举行。

2. 双方将继续对共同感兴趣的同一太阳活动现象进行观测、分析和研究,以期获得其它国家的研究人员所不能得到的较有份量的研究成果。

3. 双方将不定期地互派人员熟悉和利用对方较先进的观测设备以及进行观测资料的分析、处理和合作研究。

4. 由于地面观测受到地球大气这个屏障的影响,在一些波段上不能对天体进行观测,因而很多的天体信息被丢失了。另外,地球大气的湍流造成了光线的抖动,歪曲了天象的本来面目,使观测仪器的分辨本领大大降低。为了克服这些困难,世界较先进的国家都在发展空间计划、建造空间望远镜,这是天文学发展的又一次大的飞跃。空间望远镜与地面望远镜相比有下列优点:(1)可接收波段范围更宽的辐射;(2)在宇宙空间不受大气的干扰,空间光学望远镜的分辨本领可达到它的衍射极限;(3)天空背景不受大气辉光和照明灯光的影响,有利于对暗天体的观测;(4)不存在重力引起的结构变形。

对于太阳物理观测设备,日本除已有的“阳光”卫星A之外,还拟发展“阳光”卫星B,“阳光”卫星B与“阳光”卫星A相比,有更多的优点和长处。“阳光”卫星A被用于进行软硬X射线的光谱观测;而“阳光”卫星B除了具备“阳光”卫星A的功能外,还将安装1米口径的光学望远镜,其分辨率为0.15角秒,造价约为1亿2千万美元。其空间望远镜的主要器件—滤光器将与我国和美国合作进行研究。目前日本有关专家正在对该项目进行论证。

我国太阳物理界以艾国祥院士为首的研究小组正在设计我国自己的空间太阳物理光学望远镜。该望远镜的主镜口径为1米,其配备的滤光器系统将同时用64个通道(即64个波长)对太阳不同层面进行观测,即同时可得到64个太阳像。该望远镜的研制成功,将会对全球的太阳物理研究起到有力的推进作用。我国拟与日本联合研制该望远镜,我方将提供独创的具有世界先进水平的二维实时光谱仪和滤光器,日方提供该望远镜的主镜、机械系统和有关的卫星。从空间技术方面考虑,我国也可能与日本、美国联合研制该望远镜。可望不久的将来该望远镜的总体设计方案将提交有关专家论证。

总之,中日太阳物理界双方各有优点和长处,相互取长补短,必将对太阳物理研究做出较大的贡献。

四、思考

1. 纵观日本太阳物理界,中年太阳物理学家从基础理论研究、尖端观测设备的研制到行政管理已起到挑大梁的作用,在国际上已产生了影响,而在我国则有断层现象。弥补的办法是重点培养年轻一代的太阳物理学家,让他们有更多的机会在国际舞台上锻炼,尽快起到挑大梁的作用。

2. 日本对高科技项目的经费实行重投入,致使日本的一些高科技领域短期内很快地处在世界的前列。目前中国科学院关于重点支持有活力的研究项目的改革设想是切实可行的,这是弥补研究经费不足的有效办法。