

# 更上一层楼:2008 年中的上海天文台

洪晓瑜\*

(中国科学院上海天文台,上海 200030)

## 提 要

该文总结了 2008 年度中国科学院上海天文台在科研、人才的培养和引进、国际合作交流、科研管理、精神文明建设等方面取得的成果。

**主题词:** 科技创新 — 人才培养和引进 — 科研管理 — 科技合作交流 — 精神文明建设

**分类号:** P112, G31

2008 年上海天文台的各项工作围绕三期创新工程的目标和任务进行了全面部署,进展较为顺利,取得较好成绩。在这一年中,经过多方努力,“上海 65 米射电望远镜系统项目”作为中国科学院和上海市重大合作项目正式立项,“星系和宇宙学联合实验室”申报中国科学院重点实验室获得成功。上海市空间导航与定位技术重点实验室正式挂牌。绕月探测工程一期 VLBI 测轨分系统进入长期管理状态,执行环月期间的测轨任务。探月二期和火星探测的 VLBI 测轨有关工作已经正式启动。我台参与的另一重大专项,其信息处理系统、时间频率系统已通过出所验收,激光测距系统正在安装调试。973 项目“宇宙大尺度结构和星系形成与演化”全面开展研究工作,取得一些创新性强、国际显示度高的重要进展,并顺利通过中期评审。全年共发表各类学术论文 180 篇,其中我台科研人员为第一作者的有 122 篇,被 SCI 期刊收录的论文 95 篇,我台科研人员为第一作者的 58 篇。我台科研人员为第一作者的 SCI 论文被 SCI 论文独立引用 389 篇次。一项以我台作为第一完成单位的科研成果荣获上海市科技进步一等奖。

## 1 科研工作

### 1.1 重大科研成果

#### 1.1.1 国家重大专项: SHAO-1(嫦娥一号测轨任务)

2008 年,嫦娥一号卫星进入长期管理状态,VLBI 测轨分系统(包括乌鲁木齐、北京、昆明和上海四个 VLBI 地面站)执行为期一年的环月期间的测轨任务(每周 2 次),顺利完成了任务。完成预定任务后,嫦娥一号卫星于 12 月 6 日开始变轨,从距月面约 200km 的圆轨道降至 100km 的极轨圆轨道。VLBI 分系统对每次变轨均进行了准实时跟踪测量,利用网络将 4 站的数据实时传至我台的 VLBI 数据处理中心进行处理,并将测量结果发送给中国嫦娥工程北

京指挥中心(下称北京中心)。此次嫦娥一号卫星变轨试验期间,北京中心在收到 VLBI 测轨分系统发送的测量数据后立即用于定轨计算,数据的有效率达到 95% 以上,延迟率观测测量的误差为  $10e^{-4}$  m/s 量级,延迟观测测量的误差约为 2m,北京中心对 VLBI 测轨系统提供的数据质量表示满意。此外,VLBI 中心针对变轨期间的观测成功进行了大动态范围快速卫星条纹搜索新技术实验,使 VLBI 分系统在变轨期间预报轨道误差较大的不利条件下,依然得到了高精度测量结果,为后续探月工程中航天器在月球着陆与返回过程的轨道测量积累了经验。嫦娥一号卫星的 VLBI 测轨工作已于 2009 年 3 月份圆满完成。

### 1.1.2 国家重大专项:SHAO-2

我台负责 SHAO-2 信息处理系统、时间频率系统、激光测距系统的项目研制,年内已基本完成,正在试运行或等待出所验收。其中:

① 信息处理系统,已试运行两年,为试验星运行、地面设备运行的改进提供了技术条件,现已完成出所测试和评审,目前正在北京参加大系统联调。

② 时间频率系统,其试验星系统两年来运转正常,为整个试验星系统提供了可靠的频率标准;正样系统已完成测试和出所评审,目前正在北京参加大系统联调。四个主要地面站的氢原子钟组全部安装调试完毕。

③ 激光测距系统,系统全部完成,正在北京安装调试。

此外,我台还负责 SHAO-2 激光时差比对仪和激光反射器的研制工作。一期工程中将会有 3 颗卫星上搭载激光时差比对仪,2008 年已完成 1 套;卫星上安装的激光反射器,2008 年已交付正样 4 套,其中的两套产品交付合格率达 100%。

## 1.2 争取和执行国家、院重大科研任务的情况

经过多方努力,在中国科学院和上海市领导的支持下,“上海 65 米射电望远镜系统项目”作为中国科学院和上海市重大合作项目正式立项。该望远镜设计指标高,整体性能可望具有世界先进水平。建成后,将在我国深空探测和天文观测中发挥重要作用。“星系和宇宙学联合实验室”申报院重点实验室获得成功,申请基金委创新群体获得支持,为星系宇宙学中心今后进一步的发展打下了坚实的基础。我台科研人员还积极争取科技部、国家自然科学基金、上海市和其它有关部门支持的技术项目。另外,探月二期和火星探测的有关课题已另行立项。

### 1.2.1 院地合作项目:

申报中国科学院和上海市重大合作项目 1 项:上海 65 米射电望远镜系统项目。

### 1.2.2 中国科学院项目(如方向性项目、装备、国际合作等):

申报国际科技合作项目 3 项,获得批准;申报国际组织任职 1 项,获得资助。

### 1.2.3 科技部项目(如 973、863、政府间科技合作项目等):

① 申请 863 项目 2 项,获得批准 2 项(2008 年获得批准的项目为 07 年申请的有关火星探测项目,08 年申请项目 09 年获得支持);② 申报政府间科技合作项目 1 项,审核中。

### 1.2.4 国家自然科学基金项目(包括面上、重点、杰青、天文联合、主任基金、国际合作等):

① 在 2008 年度国家自然科学基金委集中受理期间,我台共组织申报国家自然科学基金项目 32 项,获得资助 11 项,其中:重点项目 1 项,杰出青年基金 1 项,创新群体 1 项,面上项目 3 项,青年科学基金 3 项,联合专项 2 项;② 分散申请了 5 项国际合作与交流项目,5 项获得批准。

### 1.2.5 上海市科研项目(包括基础重点、重大、启明星、国际合作、重点重大项目匹配等):

① 组织申报“优秀学科带头人计划”1 项,获得资助;② 组织申报“上海市自然科学基金”

3 项,获资助 1 项;③ 组织申报“浦江人才计划”1 项,获得资助;④ 组织申报“启明星计划”3 项,获资助 1 项。此外,还为我台目前承担的 7 项国家重点、重大项目获得了上海市地方匹配资金。

#### 1.2.6 其他各类技术项目:

获资助共 15 项。

### 1.3 重要项目进展情况

#### 1.3.1 探月工程(嫦娥二号、三号)和火星探测

(1)嫦娥二号:根据总体部的安排,我台于 2008 年 8 月提交了最终版《嫦娥二号卫星任务技术与经济可行性研究报告(测控系统 VLBI 测轨分系统)》;启动《嫦娥二号卫星任务测控系统 VLBI 测轨分系统总体技术方案》编写工作;开展  $\Delta$ DOR、 $\Delta$ DOD 试验的技术准备工作,含信号提取、数据处理和定轨方法研究;

(2)嫦娥三号:启动 CE-3 VLBI 总体方案研究,重点对着陆器和探视器的相对测量方法与精度进行了初步研究,并已将研究结果上报测控总体部。开展了佘山站新建射电望远镜方案设计,并对  $\Delta$ DOR、SBI 干涉测量方法、高精度 VLBI 定位技术、大范围快速条纹搜索技术、实时宽带 VLBI 处理技术等 VLBI 关键技术进行了研究。开展台站新型 VLBI 数据采集终端样机(DBBC)的研制工作,组织了 30 次试观测,并成功获得长基线干涉条纹。

(3)多普勒频率采集设备研制。研究了高精度多普勒频率提取的方法,并成功用于处理星地对接试验、MEX 试验、嫦娥变轨试验的数据。在 MEX 试验中,三程多普勒频率噪声水平达到 0.16mm/s;在嫦娥变轨试验中,三程多普勒频率噪声水平为 1mm/s。设计和研制了应用于台站与模拟 BBC 接口的多普勒频率采集处理设备,该设备在嫦娥变轨试验中成功地实现实时处理并向 VLBI 中心传送数据,还可在 VLBI 中心远程控制设备,实时监视处理的结果数据。

(4)高速软件相关处理机研制。2008 年,我台高速软件相关处理机研制获得重要进展。2 台站最高处理速度超过 1.2Gbps/站;4 台站最高处理速度超过 512Mbps/站。2009 年 1 月 6 日进行了中国 VLBI 网两台站实时 eVLBI 实验获得了成功。上海佘山站和乌鲁木齐南山站以 256Mbps/站的稳定速率将实时 VLBI 观测数据传输到 VLBI 中心,获得了清晰条纹。这是国内首次成功进行的 256Mbps/站高速实时 VLBI 试验。

(5)火星探测。VLBI 测轨参与了中俄火星联合探测任务,成功地促成了我国首个火星探测任务的立项,初步完成了火星 VLBI 测轨总体方案的编写;配合 YH-1 项目总体的安排,完成《中俄火星联合探测 YH-1 时间参考架协议》的制定,成功地组织实施了星-地初样对接。组织火星卫星定轨软件的研发工作,分析了 MEX 两次测轨试验的 VLBI 和多普勒数据,结果表明 VLBI 和三程多普勒实测数据与根据欧空局提供的重建轨道一致。

#### 1.3.2 973 项目“宇宙大尺度结构和星系形成与演化”

以我台为依托单位的 973 项目“宇宙大尺度结构和星系形成与演化”进展顺利,并通过中期评审。该项目针对宇宙大尺度结构和星系的形成与演化这一主要研究目标,结合为国家大科学工程 LAMOST 提供科学支持的需求,在暗物质暗能量和宇宙学参数、宇宙结构形成的理论和数值模拟、银河系和近邻星系、高红移宇宙的观测研究、星系活动和大质量黑洞的形成、星系中的恒星形成和演化等六个密切相关的研究工作已全面开展,并已初步取得一些创新性、国际显示度高的重要进展。一是产生了一些在国际上有重要影响的理论、模型、观测、统计和数据库等方面的成果。例如,提出用天文观测检验引力理论的新方法,被 SDSS 等国际巡天组

采用;建立暗物质晕的质量吸积历史统一模型和密度轮廓统一模型,精度和普适性远高于以往的所有模型;高精度直接测定了9个恒星形成区的距离,与以前基于运动学方法的估计结果在精度上有显著的提高等;二是在国际研究领域的影响力有了极大的提升。例如,项目组成员受英国《Nature》杂志邀请,为“News and Views”专栏撰写评述文章;项目组成员受邀在天文领域最重要的系列会议IAU Symposium上做综述报告;2008年项目组成员在各类国际会议上共作了39个特邀报告。三是科学论文的产出率处于国际前列。项目组在2008年共发表SCI论文208篇。这些文章大部分都发表在国际物理和天文核心刊物上。四是本项目成员负责制定了LAMOST的巡天计划,能够最大限度地发挥LAMOST的科学作用。

### 1.3.3 大科学工程陆态网络

作为中国科学院的依托单位,参加了“中国大陆构造环境监测网络”项目的建设,负责院内有相关项目的实施。2008年完成SLR和VLBI站有关设备改造方案;完成部分GNSS站土建,重力站方案。接受了工程中心财务、档案检查。其中我台负责的项目进展如下:

(1)上海GNSS基准站改造:完成了改造预算、勘测、设计方案,即将动工。

(2)上海SLR站改造:kHz测距方面:控制软件基本完成,正在开展实际的观测实验;距离门控制板已设计完成,目前处于外加工阶段;事件计时器已购置,并进行了二次开发;伺服跟踪系统:光栅码盘已购置,与望远镜有关的机械加工正在进行中。

(3)上海VLBI站格式编制器改造:研制了VSI接口板,与上海佘山站MK5B数据记录系统进行连接测试;为台站研制氢原子钟1台。

(4)其它:①VLBI相关处理机研制,向美国Conduant公司购置3台MK5B型数据记录或回放设备、14组磁盘阵列专用盒,预计年底到货。②数据分系统,完成计算机软硬件需求的调研和初步设计;完成VLBI处理软件、SLR处理软件和GNSS水汽计算软件的招标和初步设计。

### 1.3.4 条件保障项目

①承担的技改项目1:完成土建和大部分仪器设备的采购工作;洁净室和恒温室的安装调试正在进行中,全部工作预计2009年上半年完成。

②承担的技改项目2:完成可行性报告编写(与初步设计合二为一),2008年1月通过评审,2008年已采购设备约占应购数的50%。

③承担的技改项目3:可行性报告已通过评审,目前正在编写初步设计报告,由于该项目必须在卫星发射前完成,所以在经费未到位的情况下已经启动,长春站室内实验室和望远镜圆顶改造基本完成,望远镜系统研制预计2009年6月完成。

### 1.3.5 数字基带转换器(DBBC)

作为国家重大科研装备研制项目,VLBI数字基带转换器(DBBC)项目自2007年6月正式启动以来,先后完成了方案设计、初样和正样研制并进行了大量的测试工作。2008年5月完成了初样研制评审,并转入正样研制。研制工作按计划进展顺利。北京、昆明两站的正样设备经测试后将在2009年春节前后在现场安装。2008年11月接受院项目监理中心检查时,得到了充分肯定。据监理组人员介绍,DBBC项目进展在我院同一批试点项目中处于前一二名。

### 1.3.6 氢原子钟研制

完成“星载氢原子钟样机”和“守时型氢原子钟研制”项目,通过正式验收,满足合同要求。另2008年交付氢原子钟6台,其中:西安空间无线电技术研究院1台,伽利略系统2台,

南京才华科技集团有限公司 2 台(基地用),某控制中心计量站 1 台,产品交付合格率 100%。

### 1.3.7 863、重点基金等其他项目

科技部 863“天体大规模并行数值计算软件平台的研制”通过中期评审,“基于 GNSS 的短期航空气象预报技术”结题。重点基金“宇宙大尺度结构的形成和演化”,“斐索型天文光学干涉望远镜的原理分析、总体方案和关键技术研究”通过中期评审。完成激光对非合作项目飞行器的测距。实现对 800~936km 的某残骸的激光测距,距离精度达到 60~80cm。继续参加 LAMOST 大系统调试,克服种种困难,为 LAMOST 试观测获得近 3000 条光谱做出关键贡献。江南天池观测基地历时一年顺利建成。第一套漂移扫描 CCD 光电设备系统完成现场安装调试并通过移交验收鉴定;完成后续 3 套设备的硬件研制,其中一套已在江南天池观测站进行试观测。

## 1.4 基础研究进展情况

### 1.4.1 星系宇宙学研究

(1)星系的并合时标公式:利用考虑了恒星形成的高分辨率的宇宙学流体和  $N$  体模拟研究了星系之间的并合过程,并将测得的并合时标与 Chandrasekhar 公式所给出的理论预言进行比较。与 Navarro 等人的结果相反,研究的数值结果表明,由 Lacey 和 Cole 给出的得到广泛应用的并合时标方程系统性地低估了次并合(minor mergers)的并合时标,而高估了主并合(major mergers)的时标。造成这一结果的部分原因是由于他们的表达式无法准确给出 Coulomb 对数  $\ln(m_{\text{pri}}/m_{\text{sat}})$ 。Coulomb 对数的另两个表达形式  $\ln(1+m_{\text{pri}}/m_{\text{sat}})$  和  $1/2 \ln[1+(m_{\text{pri}}/m_{\text{sat}})^2]$  虽成功地纳入了并合时标对质量的依赖性,但两者都低估了并合时标两倍之多。相比之下, $\ln(1+m_{\text{pri}}/m_{\text{sat}})$  能更好地表述质量依赖性,因此我们选它作为 Coulomb 对数的表达式。进一步,又发现并合时标对环绕参数(circularity parameter)的依赖性远比通常采用的幂律形式 0.78 要弱得多。基于这些发现,给出了暗物质模型中星系并合时标的一个准确而方便的拟合公式,解决半解析模型的过度并合问题。有关文章已受到国际同行的关注,在发表不到一年的时间内已被独立引用了 16 次。

(2)暗物质晕的质量吸积历史统一模型和密度轮廓统一模型:通过分析大量宇宙学模型各异(自相似、 $\Lambda$ CDM、SCDM、OCDM)的高精度  $N$  体数值模拟,发现暗物质晕的质量增长速率与其质量、红移、宇宙学参数和初始密度扰动场参数的某个组合强烈相关。另外发现暗晕的密度轮廓参量  $c$  与它吸积最初 4% 质量时的宇宙年龄强烈相关。进而根据这两个相关性,构造了预言暗晕质量增长历史的统一模型和预言暗晕密度轮廓及其演化的统一模型。这些模型具有精确、普适、简单的特点,形式简单便于运用,参量寥寥无几且完全固定,相同的参量值精确适用于不同宇宙学、不同密度场、不同红移和不同质量的暗晕,模型已经充分考虑了影响结构形成非线性过程的各种因素,在任何情况下精度都远好于被大量运用的现有模型。由于能精确预言任意宇宙、任意密度场的暗晕的质量增长和内部结构演化,建立的这些模型将被广泛运用于利用引力透镜观测来限制宇宙学参数,运用于在给定的宇宙学中利用星系观测来约束暗晕中的星系形成过程。

(3)条件光度函数的实测:从 SDSS DR4 星系群样本出发,分别测量了中心和卫星星系不同颜色成分的条件光度函数、不同质量暗晕中的质光关系、中心星系光度(质量)随暗晕质量的标度关系以及不同光度(质量)时中心星系和卫星星系的比列等。这些测量为研究宇宙学,星系形成和大尺度结构这三个方面的研究提供了重要判据。首先,结合对星系团质光关系的

独立测量(如弱引力透镜测量),可以精确地限定宇宙学基本参数。其次,这一测量本身就是对星系形成概率的描述,是探讨不同质量暗晕中星系形成过程的非常有价值的判据。另外,对中心星系和卫星星系的比例的测量、对星系-星系弱引力透镜效应的研究有非常重要的作用。基于这些测量结果对星系形成过程、弱引力透镜效应等问题进行了研究,并取得了一些可喜的结果。有关文章在发表不到一年时间内已被独立引用了 10 次。

(4)修正引力的宇宙学检验:修正引力是与暗物质、暗能量并行的对宇宙学观测的解释,宇宙学的一个关键问题是能否以及如何区分开这两种解释并在宇宙学尺度上检验引力。在有关的研究中,系统地论证了修正引力造成的各种可观测的对大尺度结构的影响,阐明了各种大尺度结构探针包含的引力信息,并探讨了利用宇宙大尺度结构区分修正引力和暗物质、暗能量的可行性。明确指出,不同大尺度结构测量的分别是时、空度规扰动、密度扰动和速度扰动,结合这些测量,就能够打破黑暗简并,区分开修正引力和暗能量,从而在宇宙学尺度上检验广义相对论有关引力性质的结论。与此研究相关的论文发表以来,已经被独立引用 30 次。

(5)完成利用 LAMOST 开展银河系结构和演化研究的调研工作,完整制定了利用 LAMOST 进行银河系疏散星团与银盘巡天的观测计划:国家大科学工程 LAMOST 项目在光谱巡天方面有着独特的优势,是世界上光谱获取率最高的望远镜之一。利用 LAMOST 开展银河系疏散星团巡天观测,将能以空前的观测效率获取高精度大样本的银河系疏散星团天区中恒星的天体测量(视向速度)数据,据此获得最可靠的疏散星团成员概率判定,从而为每个星团各种天体物理性质的研究提供坚实的基础;结合金属丰度资料,进而获得典型盘族天体大范围的运动状况和动力学-化学演化信息,为银河系结构和演化理论提供可靠的约束。此项工作调研深入,规划具体可行,并且已完成包括观测目标遴选及相应输入星表的建立,该计划受到有关方面高度重视并被列入 LAMOST 核心科学课题之一。

#### 1.4.2 射电观测与研究

(1)超亮红外星系 Arp220 的亚毫米波观测研究:通过分析超亮红外星系 Arp220 的三个波段 SMA 的观测资料,得到了三个频率上尘埃连续谱辐射和 CO(6-5),CO(3-2),12CO(2-1),13CO(2-1)的谱线辐射信息。该研究揭示了作为超亮红外星系的典型代表 Arp220 的星系核心存在大量的温暖(运动学温度约 60K)、致密的(分子气体密度大于  $10^5 \text{cm}^{-3}$ )巨分子云团块。这些分子云团的质量在  $10^8 M_{\odot}$  以上,可能是由于星系并合导致的分子气体在并合中心凝聚,进一步的推理认为并合星系的晚期星系核心可能普遍存在大质量的暖云。

(2)类星体 1156+295 的毫米波观测:分析了类星体 1156+295 四个历元、三个频率上的 VLBA 观测资料,得到了 pc 尺度上喷流的结构信息。与以前的观测结果比较后,测量出四个喷流分量的自行速度在  $5c \sim 20c$  之间,其中的两个是首次被观测到的喷流分量。喷流的视超光速运动可能是相对论性喷流沿着视向运动的投影效应导致的。在 2004.25 和 2005.20 两个历元之间喷流的总流量密度、偏振流量密度、偏振位置角发生了显著变化,分析认为这些变化可能与新的喷流成分的喷发有关。

(3)致密陡谱源 3C48 的 18 厘米波段 EVN+MERLIN 观测:给出了 18 厘米波段致密陡谱源 3C48 的 EVN+MERLIN 观测结果,获得了该源在 18 厘米波段上迄今动态范围最高的 MERLIN 和 EVN 图像。MERLIN 图像中偏振辐射集中在星系内区,在空间分布上与 VLBI 喷流对应,偏振度  $>4.9\%$ ,从北向南偏振度有增加的趋势。EVN 图像显示了团块状喷流形态,最强的偏振辐射位于喷流向东开始弯曲处,平均偏振度大于 10%,在弯曲喷流的内缘偏振度甚至

超过 30%,可能是由于喷流与星际介质作用产生的压缩激波造成的。从喷流结构和正反喷流亮度比得到喷流视角的限制为  $4^\circ.8 \sim 21^\circ$ ,喷流速度约  $0.56c$ 。喷流的起始段 ( $< 200\text{pc}$ ) 有一个空缺,可能是被围绕星系核的厚盘或者环遮挡和吸收所致。VLBI 喷流呈现出螺旋扭曲的形态,可以用一个简单的螺旋模型拟合。

(4)射电源 VLBI 观测“角大小 - 频率”统计关系:为了校准射电源观测角大小与红移之间的统计关系,探讨了观测角大小与频率之间的依赖关系。在该研究中,利用圆高斯模型拟合可见度数据的幅度上包络定义了特征角大小,该特征角大小代表了最致密、最亮的射电源结构。鉴于大多数射电源为“核 - 喷流”结构,且总流量由核主导,因此,统计上该角大小反映了核的角大小信息。将该定义用于约 3800 颗射电源的观测数据,通过统计研究,发现角大小与观测频率的 0.95 次方成反比。此结果与非均匀喷流中的同步自吸收理论所给出的依赖关系一致,与球形分布的等离子体的自由 - 自由吸收或简单的散射致宽效应所预言的依赖关系均偏差较远。

(5)致密对称源的视横向运动:致密对称源 (CSO) 是一类年轻的射电源,测定这类源的自行速度有助于理解它们的动力学性质。2004 - 2006 年观测了 3 个 CSO 源并测定了它们的自行。与以往观测到的 CSO 源不同的是,这 3 个源都展示了垂直于喷流轴的横向运动,类似于进动喷流的运动模式。如果 CSO 源中的确存在进动喷流的话,现有理论模型则需要改进。

#### 1.4.3 天文地球动力学研究

(1)针对具有不同几何形状和边界条件的快速旋转 (小 Ekman 数) 行星对流问题,研究了对任意 Prandtl 数均适用的线性分析渐进理论问题,对具有 non-slip 速度边界条件的柱形流体建立了渐进解。

(2)行星液核中惯性波动粘滞衰减问题。当行星液核中流体被外力激发产生波动后,其相应单一频率波动的粘滞衰减率 (Viscous decay rate) 以及整体波动其后随时间的演变过程 (通常称为初值问题, Initial value problem) 是行星内部流体动力学重要基础问题之一,目前已有的理论研究结果与数值模拟和实验室结果存在明显差别。研究分别对旋转环形流体和旋转球形流体建立了新的渐进理论,给出了单一波动粘滞衰减率的分析表达式,同时也对不同的初值问题进行了理论计算,所有结果表明该新的渐进理论与完整的数值结果符合得很好。其主要学术贡献是指出了传统理论按 Ekman 数平方根幂次展开是不完整的。

(3)行星内部波动的非线性相互作用。研究行星对流问题时发现,当对流环具中等厚度时,对流环在内外边界存在两个相向运动的流体波,由于对流环曲率的影响,它们的临界 Rayleigh 数、波数和频率均不相同。随着 Rayleigh 数不断增大 (均大于临界值),首次发现了在该对流系统中两个相向运动流体波之间存在不同类型的非线性相互作用,分别是: Eckhaus-Benjamin-Feir 型对流不稳定性——内部波动受到外部波动的调制;内部波动受外部波动的控制而周期性地生成和消失;鞍点处的对流分岔和内部波动被外部波动锁定等现象。这些新现象的发现为解释行星磁场的动力学过程 (如地磁场受核幔边界处热流横向不均匀性的控制等) 提供了一定的理论基础。

(4)行星磁场动力学。研究了不同动力学参数对发电机产生和维持的影响,发现了非轴对称和拟周期磁场产生对应的参数空间。研究了下地幔电导率分布不均匀性对地磁场的影响,发现核幔边界处径向磁场的空间分布受到下地幔电导率不均匀分布的强烈影响;不均匀导电的下地幔可使发电机动力学过程产生振荡;如果下地幔的电导层很厚,则磁扩散将能终止液

核的发电机过程。

(5)在以前有关章动与地球内部电磁场的耦合研究工作基础上,考虑 Maxwell 电磁应力后,修改完善了核幔边界关于应力张量的连续性条件,重新计算了非刚体地球章动中四个主要项和自由液核章动 FCN 的周期,发现:按目前流行假设的核幔边界附近的电磁场参数,这种耦合仍然不能够解释目前的理论章动模型与观测结果在逆向周年章动项的振幅和 FCN 周期方面存在的差别,从而否定了目前的标准章动模型中的相关部分。

(6)首次揭示全球对流层和平流层风对极移激发的显著抵消效应。定期更新国际地球自转和参考系服务(IERS)、全球地球物理中心(GGFC)大气分中心(SBA)的全球大气角动量序列;完成了地球南部海面温度(SSTA)的神经网络预报的计算和精度评估工作,同时也开始了用神经网络进行地球自转变化中日长(LOD)的一般预报分析工作。

(7)VLBI 相位参考技术的应用研究取得显著成果,新获得的结果更加令人振奋,申请到 VLBA、VERA 和 VLA 的观测时间。完成本地连接测量。初步完成天文图像压缩软件的研发。

#### 1.4.4 探月科学研究

嫦娥一号第一次成功地得到了全月面高精度高分辨率月球地形图 CLTM-s01;我台科技人员提出的利用倾斜轨道飞行进行月球重力和地形探测的建议被 CE-1 计划接受,列入延寿阶段的主要科学目标,于 2009 年 2~4 月实施探测;成功地完成了 CE-1 的精密定轨提供科学研究者使用。

### 1.5 观测基地运行情况

#### 1.5.1 佘山 VLBI 观测基地

国际联测 EVN :46 次;国际联测 IVS :20 次;e-VLBI 实验及测试:12 次,分别在 S/X、C 及 K-Band 都得到相关干涉条纹;探月工程一期:125 次(长期管理观测,在轨试验);SELENE 观测:9 次;天线测试:指向、增益曲线;联合调试实验: Doppler:17 次(不包括 CE-1 附带观测);DBBC:5 次(不包括 CE-1 附带观测);其他观测:4 次(脉冲星、谱线)。

#### 1.5.2 1.56m 光学望远镜观测基地

自 2007 年 12 月 1 日至 2008 年 11 月 30 日统计,1.56 米望远镜全年观测 155 夜,其中全夜观测 132 次,半夜观测 23 次,是近几年来最多的。望远镜的观测时间之所以逐年增加,除了有天气的偶然因素之外,主要归功于以下几个原因:(1)望远镜控制系统的全面改造,使故障率大大减少;(2)佘山地区网络的建设和利用网络技术开展远程调试,为望远镜在第一时间排除故障创造了条件;(3)望远镜镀膜效率的提高为观测赢得了时间;(4)由于工作人员整体能力不断增强,多数常见故障能及时排除,也争取了宝贵的观测时间。

#### 1.5.3 佘山卫星激光测距站

全年共观测 1604 圈,计 643939 点。完成激光对非合作目标飞行器的测距,实现对 800~936km 的某残骸的激光测距,距离精度达到 60~80cm。

### 1.6 国际合作与交流情况

2008 年,受国际金融危机的影响,我台来访和出访人员均有所缩减。但数量的降低并没有影响互访交流的质量。我台科研人员积极参加高水准学术会议,在会议上或做口头报告和邀请报告,或参与小组讨论。出访人员全面介绍我台科研成果,引发了国际同行的高度关注,不仅跟踪国际科研热点,更重要的是带回了创新思维和科学理念。我台积极鼓励青年学者和研究生参加国际会议和合作,为我国科研工作培养后备人才。此外来访人员也有级别高、领域

广、区域多等特点,不仅有参加国际会议的,还有参与国际合作、国际联合观测和仪器调试的,来访者带来了国外先进的科研技术和管理经验,对于深化我台和国际同行的合作大有裨益。

目前我台的合作对象包括美国、日本、德国及其他欧洲国家。在院国际合作局的支持下,我台与德国马普协会、欧洲 VLBI 联合研究所(JIVE)、英国皇家学会、美国空间中心(NASA)、乌克兰尼古拉耶夫天文台等建立了长期稳定的合作关系。此外本年度还开拓了与俄罗斯理论和实验物理所、俄罗斯圣彼得堡大学 Ioffe 物理技术研究所、美国加州大学圣地亚哥分校、日本国立天文台等单位的合作项目。有关具体情况如下:

(1)本年度共有 80 人次因各种任务出访 16 个国家,其中 59 人次参加国际会议或学术会议,21 人次参加合作研究和国际联合观测;来访 109 人次,其中 94 人次参加我台主办的学术会议,15 人次参加仪器调试和合作研究,另有参加会议的来访者顺访进行合作研究。其中出访在三个月及以上的 7 人次,较上年度略下降;聘用国外名誉和客座研究员 5 人,在站国外博士后 5 人,与上年持平。

(2)成功举办重要国际学术会议。一是举办东亚 VLBI 学术讨论会,有来自澳大利亚、韩国、日本和中国的与会代表共 70 多人参加会议;二是举办第七届国际实时 VLBI 年度研讨会,有来自荷兰、澳大利亚、美国等 10 个国家的与会代表共 87 人参加了会议;三是举办东亚 VLBI 甲醇脉泽科学研讨会,有来自澳大利亚、日本、韩国和中国的与会代表共 26 人参加会议。此外,还举办暑期讲习班 1 次,新签国际合作项目协议 7 个,新争取到国际合作项目 6 项,新增国际组织任职人员 3 人,并有 3 人以国际组织任职人员的身份参加国际会议 4 次。通过这些活动,提高了我台的国际知名度。

(3)与国外人员合作发表论文 35 篇,其中 34 篇发表在 SCI 期刊(33 篇在 ApJ、MNRAS、Physical Review Letters 等国际知名刊物)上。我台李力刚博士荣获 Doornbos Memorial Prize,该奖项由国际大地测量与地球物理学联合会(IUGG)地球深内部研究委员会颁发,为该领域最高奖项,每两年评选两至三位,这是中国学者第一次获此殊荣。在中国科学院俄乌白合作专项基金的资助下,我台和乌克兰尼古拉耶夫天文台在本年度取得了显著的合作成果,继研制漂移扫描 CCD 并成功推广后,又合作研制了旋转式漂移扫描 CCD 光电设备系统,具有广泛的应用前景。

## 2 人事与研究生工作

### 2.1 人力资源调配和管理

年内招聘录用 16 人,其中:博士学位 4 人,硕士学位 7 人,本科 5 人;调入 2 人,合计为 18 人。合同解除、终止 3 人;调离 1 人;办理职工退休 9 人;延长退休 1 人;截止 2008 年底,我台在编职工 201 人(包括待退休、长病假),其中人事代理 24 人;博士后 13 人;年内共返聘 28 人、客座加高级访问 19 人。

### 2.2 人员公开招聘

根据人员配置需求,发布招聘信息和信息反馈,分别参加中国科技大学、上海交通大学、武汉大学、浙江大学等单位举办的人才招聘会。组织并完成“人事薪酬管理”、“科技处项目管理”、“科技处外事管理”岗位的公开招聘。组织并实施各部门专业技术人员的公开招聘、面试和试用期考核。

### 2.3 职称评定

组织实施并完成台职称评定各级专业技术岗位第二次分级聘用工作(专业技术、职员、工勤系列),共58人有职称变动。

## 2.4 人才工作

2008年,1人获2008年度政府特殊津贴;1人获中国科学院上海分院“青年杰出创新人才奖”,1人获提名奖;1人获上海市科教党委“青年科技创新人才奖”;“院外籍青年访问学者奖学金计划”2人获资助。1位“百人计划”执行者通过了院“百人计划”择优支持。年内还积极联系数百人计划候选人,力争2009年到位。

## 2.5 学位与研究生教育工作

2008年共录取研究生43名,其中博士生16名、硕士生27名;毕业研究生24人,其中博士11人,硕士13人;肄业1人。2008年度授予学位26人,其中博士12人,硕士14人。至2008年底,我台在学研究生数共有117名(其中博士生49名,硕士生68名),联合培养学生9人,共126名。2008年有1人获中国科学院院长优秀奖,1人获中国科学院刘永龄奖学金优秀奖,1人获中国科学院朱李月华优秀博士奖,1人获研究生院“优秀学生标兵”称号,2人获研究生院“优秀学生干部”称号,13人获研究生院“三好学生”称号,2人获上海市“优秀毕业生”称号,2人获研究生院“优秀毕业生”称号。2008年博士后出站2人,目前在站博士后13人。

# 3 行政管理工作的

## 3.1 确定本届领导班子的任期目标

在我台中长期发展规划的基础上,确定了本届领导班子的任期目标,逐步完善并落实我台的中长期发展规划。本届领导班子的任期目标提出了要大力提高上海天文台的核心竞争力,并在创新平台建设和创新队伍建设方面有更大的发展,使上海天文台发展成为国际知名的从事天文学基础研究和应用研究的科研机构。

## 3.2 完成中国科学院创新三期现场评估考核并顺利晋级

按照中国科学院创新三期2+3评估考核的要求,组织有关部门编写和汇集材料,在院工作会议上做交流报告,在2+3评估考核中汇报上海天文台的总体情况。由于上海天文台广大职工的共同努力,取得了明显的进步,顺利晋升为B档。由于近3年争取的横向经费有较大的提升,以及承担了较多的项目(人均使用经费较高),2008-2010年获得院部最高的经费奖励,单位事业编制数增加30%。我台的进步得到了院领导的充分肯定。

## 3.3 全力推进院市重大合作项目建设

为中国科学院和上海市重大合作项目“上海65米射电望远镜系统”的顺利立项,认真组织队伍编写了上海65米射电望远镜系统的建议书,积极向上海市领导、上海市科委领导、中国科学院领导以及院基础局、计划财务局、高技术局、上海分院、国家天文台等有关部门汇报上海65米射电望远镜的建设方案,得到了上海市和中国科学院双方主要领导和有关部门的高度重视和认可。我台同时积极和天文口的同仁沟通,得到了有关天文学家的大力支持。2008年6月2日通过天文专家的评审;2008年7月4日中国科学院院长办公会议讨论决定立项;2008年10月29日中国科学院和上海市联合举行了审议上海65米射电望远镜系统的可行性研究方案,并和上海市科委签署了研制任务书;2008年12月进行招投标的竞标性谈判。目前已确定了工业部门的研制机构并成功签约。

### 3.4 认真做好信息及宣传工作

制定信息报送、管理和奖励的相关规定,规范信息报送途径并充分发挥各部门的信息开发力度。全年共发布信息约 188 条,编辑出版台《简讯》13 期,同时及时向中国科学院、上海分院等上级部门报送信息,反映我台各方面的工作动态。其中,被中国科学院《要情》采用 6 条,中国科学院网站采用 27 条,信息采用量比往年有了显著增加。编撰了单位简史,举办了创新 10 年图片展,并编印《创新中的上海天文台》新画册。

### 3.5 加强产品质量管理工作

制定质量工作计划,布置年度质量工作,提出年度质量目标。组织质量管理体系内审和管理评审,通过新时代第五次监督审核和院有关部门的质量检查以及用户的第三方审核。举办国军标、内审员、软件工程、可靠性等与质量有关的培训。除了质量体系覆盖的 5 个产品外,我台承担的其他三个项目虽然没有进入质量管理体系,但都按照质量管理体系的要求加强了对研制过程的质量管理,分别通过了有关部门对研制节点的质量检查,并按照要求顺利实施相关任务。2008 年我台综合顾客满意度达到 97.8%,实现了年初制定的“顾客满意度达到 92% 以上”的质量目标。

### 3.6 做好保密和档案管理工作

做好保密日常工作管理(保密教育、保密例会、保密检查、涉密人员进出管理、保密制度修订等)。对重要保密工作进行研究讨论、检查和落实;顺利通过了上海市国家保密局组织的保密资格复审。完成 2007 年度档案立卷 510 卷,做好档案的利用查询服务工作,2008 年查阅档案共计 500 多人次 600 卷左右。

### 3.7 加强安全保卫工作

加强制度建设和定期安全检查、加大安全投入、加强安全教育。通过由上海市公安局文保分局、市国家安全局、上海分院组织的 2008 年平安单位考核。做好佘山圣母宗教月和奥运会期间的安全保障及稳定工作。制定了安全保障预案,组织后勤安全保障组,确保首次世界天主教徒佘山朝圣活动的安全进行。

### 3.8 做好园区改造和职工房贴管理工作

徐家汇园区综合实验楼顺利竣工,已可交付使用。佘山科技园区土地问题得到圆满解决。天文博物馆二期改造项目申报工作,得到市科委批复。组织实施了 2008 年度“青年住房补贴激励”工作,同时做好职工房贴审核的管理工作。

### 3.9 继续做好支撑服务工作

信息计算中心为加强网络管理和监控,建立了局域网安全平台。完善了超级计算环境建设。完成了我台中英文网页的全面改版工作。为提高期刊质量,期刊编辑积极主动向作者约稿,顺利地完成了《天文学进展》和《上海天文台年刊》的编务、编辑、出版和发行等工作。图书馆加强了文献保障和科技查新工作,积极宣传并实施原文传递等服务,收到良好效果。联合编目工作也得到了科学院国家科学图书馆的肯定,2008 年上载数据量进入全院前十名之列。

### 3.10 继续做好后勤物业服务工作

总公司在完成年初经营目标的同时,为全台科研等部门以及承租单位提供了良好的后勤保障和物业服务。在保证徐汇区园区主要设备正常运行的同时,又为 VLBI 探月指挥中心安装了双电源,为计算机房安装了新电源,配合电力部门完成变电间高压扩容和新建综合大楼施工及验收中涉及的水、电、管道改向、污水排放、通讯布管等工作,为全台科研和基建工作提

供了有效的保障功能。2008年总公司还完成了三个投资公司的股份转让和公司内部岗位聘任工作,使各岗位的工作职责进一步明确。

## 4 精神文明和创新文化建设工作

### 4.1 开展群众性的主题教育活动

精神文明和创新文化建设是一项群众性的工作,我台把提高职工的参与意识,贯穿在整个创新文化建设和文明单位创建活动的过程之中。我台根据每一阶段的中心工作,注意针对科技人员的思想特点,选好载体、精心组织精神文明创建活动。2008年,分别开展和举办了“上海天文台创新十年图片展”、“我为上海天文台发展建言献策”等活动,它对于调动广大职工的积极性,营造良好的科研小环境,推动上海天文台的改革发展,起到了良好的作用。

### 4.2 举办“创新中的上海天文台——十年回眸”图片展

2008年是我国改革开放三十周年,也是我台首批进入中国科学院知识创新工程的第十年。我台在这十年中发生了巨大的变化,不论在科研发展、人才培养、经济实力,还是在体制创新、园区环境、创新文化建设等诸多方面都取得了前所未有的成绩。作为我台创新文化建设的一项重要工作,举办了“创新中的上海天文台——十年回眸(1999-2008)”图片展,以纪念并庆贺我国改革开放三十周年和我台进入中国科学院知识创新工程十周年。

### 4.3 组织开展“我为上海天文台发展建言献策”活动

作为学习实践科学发展观活动的重要组成部分,“我为上海天文台发展建言献策”的活动得到大家的热情响应和积极参与。活动共收到32条意见和建议,这些意见和建议得到了十分的重视,在台两委班子及民主生活会上,已就这些意见进行了讨论,对领导班子查找问题起到了很好的作用,部分意见和建议已放入领导班子的分析检查报告中。为了提升活动的实际效果,将这些意见和建议按照提案的方式进行了处理,由台领导和相关部门负责人给予答复。

### 4.4 积极组织抗震救灾捐款和捐书活动

2008年“5.12”汶川大地震后,积极组织了抗震救灾捐款活动,职工个人捐款52307.30元,党员交纳“特殊党费”54607元。此外,以单位名义集体向上海红十字会捐款10万元,台工会向上级工会捐款1万元。2008年8月18日,又积极响应第十届上海读书节《伸出援手,情系灾区,为都江堰市捐书》的倡议,发动广大职工为都江堰市“职工书屋”捐献图书,共收到书籍300余册,有的职工还专门到书店购买新书进行捐赠。

### 4.5 开展职工文体活动,丰富职工精神文化生活

2008年是举世瞩目的北京奥运年,为了弘扬奥运精神,增强广大职工、研究生的体质,活跃文化生活,举办了以“强身健体迎奥运”为主题的文体活动小组系列比赛。通过各文体活动小组的精心组织,系列比赛吸引了220人次的职工和研究生参与,营造了迎奥运人人健身的良好氛围。为响应市科教党委和科教工会联合主办的“建创新文化、唱和谐之声”——2008年上海市科技工作者合唱比赛活动,组队参加了合唱比赛,获得了比赛三等奖。为纪念我国改革开放30周年和中国科学院知识创新10周年,又举行了首届职工卡拉OK比赛暨2009年元旦迎新联欢会。

### 4.6 发挥自身学科优势,普及科学知识,为提高市民素质作出贡献

发挥作为天文机构的学科自身优势,积极组织并参与各种普及科学知识、弘扬科学精神活

动。利用上海天文博物馆和上海网上天文台这两大科普平台,组织和开展各类科普活动。2008 年上海天文博物馆共接待游客约 18 万人次。积极支持各大中小学开展科普素质教育,组织专家到多所大中小学进行科普讲座及科普展板展示。积极参与上海科技周活动。同时我们利用“上海网上天文台”,开展网上天文科普宣传。此外,继续保持与新闻媒体良好的合作关系,拓展与新闻门户网站的合作关系。为克服上海地区城市灯光污染对天文观测带来的不利影响,积极拓展新科普基地,与浙江安吉天荒坪抽水蓄能电站签约共建“江南天池天文科普教育基地”。

## THE ANNUAL REPORT OF SHANGHAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN 2008

HONG Xiao-yu

(Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030)

### Abstract

In this paper, we reviewed the scientific research, graduate student education, international cooperation, science and technology administration and civilization of Shanghai Astronomical Observatory in 2008.

**Key words** knowledge innovation — personal training and introducing — scientific management — international exchange — civilization