

中国天文学会 编

中国天文学会 第八次代表大会论文集



上海科技教育出版社

中国天文学会第八次代表大会 论文集

中国天文学会编

上海科技教育出版社

责任编辑 何燕萍

封面设计 杜一光

中国天文学会第八次代表大会

论文集

中国天文学会编

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200233)

上海联合科教文印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张:5.75 字数:90000

1996 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—1000

ISBN 7-5428-1366-8/P·3

定价:12.90 元

前 言

中国天文学会第八次全国代表大会于1995年11月8日至10日在中国近代天文学的发祥地南京召开。会议组织了大会特邀报告和分组学术报告,报告人概要地介绍了近年来国内外天文学科的最新进展和发展趋势。本书收集了部分特邀报告和学术报告(摘要),涉及的领域有天体测量、天文地球动力学、天体力学、太阳物理、恒星物理、高能天体物理、空间天文、射电天文、天文仪器等天文分支学科。作者不乏国内著名天文学家,报告内容对天文工作者、天文专业学生、研究生及有关研究人员有较高的参考价值。

本论文集是在上海科技教育出版社,特别是在社长、中国天文学会理事吴智仁先生的大力支持下得以出版的。对此谨代表中国天文学会第七届理事会表示衷心的感谢。

中国天文学会第七届理事会
副理事长赵君亮
1996年1月18日



特邀报告

空间天文与空间太阳望远镜	艾国祥(3)
简介 LAMOST——一种新型天文望远镜	王绶琯(13)
“公众理解科学”与天文普及	卞毓麟(20)

学术报告

一、天体测量、天体力学

地球自转研究新进展	廖德春(35)
关于红外天体测量工作的当前任务	李东明 鲁春林 徐家岩(39)
天文常数和天文单位	黄天衣(41)
依巴谷卫星和哈勃空间望远镜精密导星 传感器(FGS)的观测结果	王叔和 须同祺 金文敬 陆佩珍(43)
现代大地测量与地球物理学进展	高布锡(48)
VLBI 技术对天体物理学和地球物理学 的贡献	杨志根 钱志瀚 金文敬(51)
地面光学基本天体测量还有存在的必要吗	冒蔚(54)

卫星测高技术及其应用的新进展

- 黄 斌 董晓军(58)
- 太阳系小天体动力学 刘 林(60)
- 天体力学中的非线性现象 孙义燧(62)

二、天 体 物 理

超新星遗迹 汪珍如(64)

20 世纪天体物理领域的第三次大辩论:

- γ 射线暴的重大发现 陆 琰(67)
- 脉冲星研究的进展和科学意义 吴鑫基(69)
- 宇宙学的新进展和新问题 邓祖淦(72)
- 太阳耀斑大气动力学研究进展 方 成(75)
- 当前核天体物理学的重大疑难问题 彭秋和(80)
- 宁静日冕和冕洞研究现状 林元章(83)
- 大型望远镜的型式研究 马品仲(85)

特 邀 报 告

空间天文与空间太阳望远镜

艾 国 祥

(中国科学院北京天文台, 北京 100080)

摘 要

本文回顾了空间天文学的发展状况和主要特点,以及迄今所取得的巨大成就。在此基础上,作者探讨了中国空间天文学的发展问题,并提出空间太阳望远镜计划。

一、空间天文学发展状况

空间——太空,是地球稠密大气层之外的范围(100~120km 高之外),是除陆地、海洋和大气层之外人类的第四环境。空间——太空,包括了地球卫星、太阳系飞船、星际飞船等的活动范围。从一定意义上讲,空间天文活动包括气球和火箭,甚至包括机载天文仪器的探测。本文仅涉及航天器的天文活动范围,即第四环境中的天文探测。

1957 年至 1993 年 9 月 30 日,全世界成功的空间发射计 3548 次,其中美国占 27.5%,前苏联占 68%,日本占 1.3%,欧洲空间局占 1.5%,中国占 0.9%,其余国家占 0.8%。已发射航天器 4500 余个,含多星发射与天文学有关的大约为 400~500 个,占 10%左右。美国成功发射航天器 1366 次,失败 159 次(占 11.6%);载人飞船 164 次;其中科学航天器占 18.7%,计 841 个(前苏联的难以全面统计)。

全世界航天方面大概花费了 12000~15000 亿美元(一次发射平均花 3 亿美元左右,一个航天器平均 2.5 亿美元),估计与天文有关的开支约为 1200~1500 亿美元,均占 10%(美国至 1993 年实际开支 4074 亿美元,若换算到 1993 年的可比数是 7391 亿美元)。欧洲空间局在 1993 年的预算中,空间科学占 10.4%(不包括微重力与应用卫星),为 294MAU(2 亿美元)。这个预算不包括发射费

用。欧洲空间局的空间科学项目有 10 项,除一项地球物理卫星之外,其他 9 项都是空间天文项目。地基的天文设备,只有很少数投资能够达到 1~3 亿美元,空间天文用航天器的平均投资为 2~4 亿美元,而大型空间天文活动花几十亿美元的已达几十次。30 多年来,空间天文设备的花费大约是地面天文设备的 10 倍左右。大型的项目,如 Apollo 登月计划、行星际探测站, IUE(紫外天文卫星)、IRAS(红外天文卫星)、COBE(宇宙微波背景辐射探测器)、Hipparcos(天体测量卫星)、Hubble 空间望远镜、ROSAT(X 射线卫星)、GRO(γ 射线卫星)以及 Yohkoh(太阳卫星)等,都是耗资几亿,甚至几十亿美元的项目。著名的 Hubble 空间望远镜,长 13m,直径 4.3m,主镜口径 2.4m,总重 12.5 吨,研制历时 13 年,运行 5 年,耗资超过了 30 亿美元。它具有 0.1 角秒的成象分辨率,可观测的暗弱天体的光度为地面观测极限的四十分之一,使观测天体数增加数百倍。光谱范围有紫外、红外、可见光,集高新技术之大成,是空间天文发展史上的里程碑。

21 世纪初将投入运行的直径 10~16m 的超大型月基和空基光学望远镜、卫星群天文光学干涉仪、大型 γ 射线天文台等正在预研之中。月基 16m 望远镜预计耗资 50~100 亿美元(2015 年建成)。笔者曾参加 1993 年 COSPAR 汉堡会议,随后又参加 IAU 海牙大会,深感天文学在空间科学中的突出地位(我估计投资占 50%),感到参加 COSPAR 大会的天文学家似乎已超过参加 IAU 大会的人数,而且级别高、费用多,看来空间天文已成了天文学的主要领域。

就第二次世界大战之后的现代科学而言,从笔者不完全了解的情况来看,似乎没有一项科学事业的规模和投资超过了空间天文学。物理学关于基本粒子的研究和加速器的制造是耗资巨大的,但比之空间天文学仍相距甚远。要是夸张点讲,空间天文学可算是现代科学的“天之骄子”,空间天文学成了现代科学的前沿。

二、空间天文学成了科技发展的前沿热点

2.1 空间天文观测的优势

天文学是一门依赖观测的科学,观测台址则是天文学发展的最重要基础之一。观测台址有过 4 次总体变迁:城市(北京建国门古观象台、伦敦格林尼治天文台)——远郊(基特峰天文台、兴隆观测站)——远山、远海(欧南台、夏威夷天文台、加纳利天文台)——太空。

天文观测走向太空,这是太空独有的最佳观测条件所决定的,也是天文学发

展的内部动力所需要的。空间天文观测的优点是,全波段、全时段、全方位、无大气影响、超长干涉基线。这些特点决定了天文观测向太空发展的必然趋势,与传统天文观测相比,航天器提供的不仅仅是观测,它还能游弋到行星际中去,实地采样和近距探测。

2.2 天文学的第三次大发展

一门科学的发展,有其内部的运行规律和发展动力(如到大气外去观测,无疑是一种必然的趋势),但是只有与社会发展的大需要结合之时,才会有突破性发展和辉煌成果的出现。

天文学发展的动力有两条,其一是人类已有的认识与天文学无穷无尽未知世界之间的矛盾,推动人类不断去认识宇宙,这是天文学科长期存在和发展的基础;其二是社会发展的需要和强大作用,这是天文学大发展的关键。历史上,天文学第一次大发展,是发达农业社会需要的结果,为了农业季节、历法以及记时的需要。我国古代天文学的成果,是第一次大发展的典型代表。天文现象的神秘色彩,被统治阶级利用来维护其地位,天象常被用于预测重大政治事件和朝代的兴衰变迁,这对天文学获得重视和经费是有利的,但限制和束缚了对宇宙天体目标本质的科学研究。天文学的第二次大发展,是从哥白尼—伽利略—牛顿—爱因斯坦关于日心说、望远镜、牛顿力学、相对论力学建立和发展之中出现的。在现代科技的创建中,天文学做出了巨大贡献。天文学的第二次突飞猛进,充分体现了它对现代自然科学的巨大贡献,并奠定了发展的基础,也是冲破神学对天文学(进而对自然科学)束缚的胜利。这一进展带有明显的政治和社会意义,如日心说对地心说的斗争,因此为社会广泛关注。

天文学的第三次大发展出现在第二次世界大战后,人类进入了空间科学技术的时代。在此期间,人类利用空间技术对于地球、太阳、太阳系(行星及其卫星、彗星、小行星)、银河系及更为遥远的天体,获得了大量崭新的知识和突破性进展。空间科技的产生,是伴随巨大的政治和军事的需要而发展起来的。天文学为这个发展做出了显著贡献,反过来又借助空间技术的发展,使天文学进入全波段天文学的时代,并构成第三次的大发展。

2.3 天文学是空间科学技术发展的必要基础

天体力学为各种人造天体的轨道计算和设计,提供了理论基础和方法。天体测量对人造天体观测,确定其轨道、方位和距离,提供精确的时间。恒星准确的方位和自行知识,为导星传感器的制作、为人造天体的姿态控制提供依据。天体物理研究关于太阳系物理(流星、小行星、月球、大行星、彗星)的知识,关于太阳物

理(太阳辐射、爆发、太阳风)研究的成果,以及宇宙线的情况的了解,为人造天体以及宇航员提供了空间环境知识,并做出太阳活动的安全期预报等防护措施(空间天气学及预报)。太阳辐射的能谱为空间太阳能源的利用,以及航天器的热状况的设计提供依据。

天文学作为一门基础科学,它对社会的直接影响自古至今都表现在对社会提供时间、历法和方位上。自近代史开始的 400 多年来,它对社会的影响,主要是通过牛顿力学和相对论力学的建立对科学的影响。第二次世界大战之后,空间事业的出现和发展,是以天文学作为基础科学的第一次全方位地(天体力学、天体测量、天体物理)对社会的发展作出重大的贡献。可以毫不夸张地说,没有近代天文学,就不会有今天的航天科技及其应用。近代天文学是航天事业发展的重大而必要的基础,这也是一种基础科学一旦被运用就能转化为巨大社会力量和生产力的生动实例。

2.4 空间天文是综合性、战略性交叉的科技事业

空间天文是集军事、空间技术、物理学、天文学以及政治五个方面的共同科学事业。物理学关于基本粒子性质与天体演化研究出现新的汇合趋势,物理学的各种辐射与物质相互作用的理论,在全波段天文学发展中经受考验并得以发展。天文目标的多种多样性,对飞行器的多种特殊要求,均把技术能力运用到极限,促进了空间技术的发展,并为空间技术的应用打下了基础。天文学在空间科技发展中的独特作用,是其他基础学科所不具备的。第二次世界大战后,空间科学成为一个国家强大的重要标志,空间天文学成了政治家和大众支持的科学热点。

三、空间天文学的巨大成就

- * 地球辐射带的发现和地磁层的确立。
- * 太阳风的发现 —— 日球的确立、行星际磁场的确立。
- * 月球及近地行星、彗星性质的新发现。
- * 太阳耀斑认识的推进。
- * 宇宙微波和紫外辐射的证实,COBE 卫星探测结果有利于大爆炸学说。
- * 红外造父变星测量表明,哈勃常数可能较大,这将导致宇宙年龄太小,小于一些恒星年龄,也许会引起天体演化有关模型的修正。
- * SN1987A,膨胀云被拍摄出来(HST)。
- * 质量大于 $200 M_{\odot}$ 的一颗恒星被分辨后,发现实际上是多星系统。

- * 发现许多红外星系光度非常高,与类星体相类似,有利于发现原星系或尘埃星系的形成,如 F10214+4742,其光度和质量分别为 $3 \times 10^{14} L_{\odot}$ 和 $3 \times 10^{11} M_{\odot}$,是至今最显著的红外源。
- * 发现高亮度红外源与相当部分的射电源相一致。
- * 发现织女星恒星外行星系统和原星盘系统。
- * COBE 探测到宇宙背景辐射的不对称性,并与黑体辐射有偏离。
- * Hipparcos 获得 1.3 毫角秒位置精度和 1.8 毫角秒/年自行的精度。
- * ROSAT, EUV 使源增加 400 倍,有 60000 个 X 射线源。
- * X 射线双星源,暗示存在黑洞的可能性;发现小质量 X 射线双星的准周期振荡。
- * 发现 M87 星系中心周围有高达 2×10^6 km/s 的向心会聚速度,因而可能含有一个几十亿个太阳质量的黑洞。

四、中国空间天文学发展的探讨

4.1 历史和现状

历史上,中国科学和技术有过辉煌的成就,为世界科技的发展做出过杰出的贡献。

当前,我国正在为摆脱 100 多年来的不发达状态,为在下一世纪中期发展成为中等发达的社会主义强国而努力。毫无疑问,在科学和技术上也应对世界作出新的贡献。就天文学而言,由于当前主要发展趋势是空间天文学,在这方面我国有其特殊的有利发展条件。在建设强大国家的进程中,我国老一代政治家和科学家,以超凡的胆略和魄力,发展了我国的空间技术,发射了中国的火箭和卫星,这是中国人引以为自豪的伟大成就,将成为传世之宝。自推行改革开放的发展方针以来,我国空间技术的应用,包括军事、通信、气象、资源、材料,都做出了积极的安排,并取得了长足的进步,中国成了空间大国。我国的空间技术,是真正够得上“五大强国”(美、俄、欧、中、日)地位的,是在空间技术的综合方面具有世界先进水平的国家。在我国空间技术建立的过程中,我国的天文工作者,在轨道、观测、空间环境、时间技术等方面做出过应有的贡献。我国的天文工作者有责任在今后 10~15 年、15~30 年、30~50 年之内,充分利用我国的空间技术条件,有所作为,积极发展空间天文学,并继续促进空间技术的发展。

4.2 空间技术、空间应用和空间科学的协调发展

我国空间科技的发展战略,应该在继续加强空间技术(发射、卫星、通信、控制和接收等)和空间应用(军事、通信、资源、气象等)的同时,把空间科学(天文、生命、材料、地球物理)的发展提到日程上来,并做出长远规划。历史经验、目前能力、国际上的发展趋势都表明,忽略空间科学发展,将不仅仅是影响其科学本身的现代化,而且从长远观点看,会严重影响和限制空间技术和应用的发展(缺乏技术创新和技术储备,把很多的基础科研工作者隔离在外,智力就会短缺)。我国是世界空间大国,但又不是第一流空间大国。我们的空间技术多属仿制,创造性不足。除经济实力不足之外,科学基础较薄弱也是原因之一。目前,国内在卫星技术、卫星姿态控制和稳定性、探测分辨率、空间环境预测、轨道精度等方面均有待赶上世界水平,这在一定程度上与空间科学没有做出适当安排有关。空间科学与基础科学一样,好比植树造林,这是利在当代,造福子孙的大业。我们不妨想一想,在20年、30年、50年之后,我们是否仍停留在仿制上?那就必须依靠基础研究,在空间技术上是依靠空间科学和空间天文学,因此,必须从现在开始就重视它们的协调发展。据外国的经验,空间技术、空间应用(包括军事)和空间科学的经费投入比例大体是4:4:2,我国理应做出调整,增加空间科学活动的投入,以保证长远的健全发展。

4.3 对中国空间天文发展的建议

尽管,我国空间天文有较好的发展条件,但这些条件并未完全得以利用,加上技术复杂、投资多、周期长、风险大,使得我国空间天文学的发展,呈现出非常困难的局面。因此,提出如下发展设想,以探讨中国空间天文学的发展。

① 天文学各分支的科学工作者,要更多关注空间天文学的发展,在自己所从事的领域内,提出有创新、有重大价值的课题,开展科学目标和方案性的预研究,藉以形成中国空间天文学发展的科学基础。这种小型的不花很多经费的探讨应有5~10项,形成储备和候选项目,等待机会。机会只给有准备的人。

② 利用各种搭载和空间技术实验,尽可能作一些练习性,甚至独出心裁的小型实验,加强与空间技术部门的联合和合作,扩大影响,锻炼队伍。

③ 选择有重大影响的项目,形成具有世界水平的研究计划,如像日本的X射线天文计划那样,跻身于世界先进行列,甚至处于领先地位,使我国空间天文有大的显示度。由于空间项目周期长,应尽快做出安排。

五、空间太阳望远镜

5.1 概况

基于空间天文是天文学发展的主流方向,高分辨的太阳磁场研究是天体物理学的一个重要前沿,鉴于太阳活动对人类和空间环境的重大影响,借助我国的空间技术,把我国科学卫星提到一个新的水平,特提出空间太阳望远镜计划:在2001~2002年(太阳第23周峰年)由长征4B发射一颗总重2.5吨的卫星,有效载荷1.5吨,太阳同步极轨,三轴稳定,姿态稳定度为 $1''\sim 3''$,轨道高500km左右,运行3~5年。其有效载荷是主望远镜为口径1m的光学望远镜,带16通道二维同时光谱仪,附有软硬X射线、UV和 $H\alpha$ 4个小望远镜。估计经费为2.95亿人民币。

5.2 主要目标

① 通过实现高空间分辨率($0''.1$)和高时间分辨率的多层次的、太阳矢量磁场和速度场的观测,实现太阳物理研究的重大突破。

② 空间环境的扰动来自太阳磁场的变化,即太阳耀斑。此项目重点是耀斑及地球物理和空间环境效应,将在第23周太阳活动峰年期间,为空间环境(空间天气)预报和人类灾害影响的研究和预报提供重要依据,并争取取得重大进展。

③ 使我国卫星技术及有关的高新技术达到先进水平。如姿态控制达到 $1''\sim 3''$ 水平,望远镜成象达到 $0''.1$,软X射线达到 $0''.5$ 等。

5.3 主要特色

① $0''.1$ 的成象分辨能力。Hubble望远镜几经努力,实现了 $0''.1$ 的成象分辨能力,这是光学波段的成象分辨率的一个里程碑,比地面分辨率提高了一个数量级,它的天文成就很大一部分来自这个被突破的性能。空间太阳望远镜的成象分辨率,比之Hubble望远镜,除要求达到 $0''.1$ 之外,还有显著的进展。其一,是在太阳强光照射之下实现,这要克服较大的热不均匀性;其二,它是对偏振光进行探测,要求在信噪比为10000:1的情况下实现。这两点在天文学的研究上有重要价值。 $0''.1$ 的成象分辨率的突破也有重要应用价值,如对地侦察和观测时,当卫星高度为100~500km时,其分辨能力为5~25cm,将有很大的实用价值。

$0''.1$ 的磁元探测能力,在天文上将是一项重要的突破,在宇宙电动力学的

各种研究中,无疑将引起新的进展,这是许多国家想要实现的大目标。 $0''.1$ 的成象分辨能力,将使我国成象光学技术达到世界领先水平。

② Stokes 参数轮廓的同时观测。以往的三大光谱仪(光栅、傅利叶变换分光仪和可调滤光器)在实现成象光谱探测时,都不是同时的,因此,只有相对低的时间和空间分辨率,特别对快速变化和爆发过程的探测无能为力。我们创新的二维同时光谱仪,是光谱仪发展史上的新里程,它能同时获得二维成象面上的磁场、速度场、温度、密度、电子密度、压力、元素丰度等众多物理量,对天文学发展有重大意义,并在其他领域预示着新的应用前景。历史上,光栅光谱仪就是一位太阳物理学家发明的,后来成了光谱学的核心仪器。

5.4 把我国的卫星技术推向新的高度

① 一个近 3 吨重的科学卫星从整体说是对我国卫星技术的新挑战,新发展。

② $1'' \sim 3''$ 的三轴稳定姿态控制,将把我国卫星三轴稳定长期停留在 $6'$ ($360''$) 的状态,提高两个数量级以上。过去之所以提不高,是由于长期缺乏新的要求的结果。科学卫星的要求将起到促进作用。

③ $0''.1$ 的可见光探测能力和 $0''.25 \sim 0''.5$ 的 X 光探测能力,对卫星技术也提出了更高要求。

5.5 世界科学显辉煌

这个卫星有较多的世界第一,是空间天文学的一个重要领域(太阳物理、日地关系、空间环境等)的新里程碑,将在 21 世纪使我国空间天文达到世界领先水平,并将提高我国科技现代化在国际上的显示度。我们期待我国的政治家、科技管理机关的决策者,能以极高的责任心、胆略和魄力,支持这个投资较大但适度的项目。尽管有困难,但有能力克服,我们期待这一意义重大的科学项目实现。

参 考 文 献

- [1] Bely, P. Y., Burrows, C. J. and Illingworth, G. D., The Next Generation Space Telescope, 1989, 9, Space Telescope Science Institute Publ.
- [2] Bradt, H., Ohashi, T. & Pounds, K., Annu. Rev. Astron. Astrophys., 1992, 30: 391—427.
- [3] Davies, J. K., Satellite Astronomy, 1988, Ellis Horwood Limited Publ.
- [4] FRENCH SPACE AGENCY, Report to COSPAR Committee on Space Research, 1994, July.

- [5] Graauw, J. , Infrared Astronomy with Satellites, 381—415.
- [6] Information Bulletin No. 124 (1992,8), No. 125 (1992,12), No. 126 (1993,4), No. 127 (1993,8), No. 128 (1993,12).
- [7] ISAS, SPACE RESEARCH in Japan 1994, 1994, July.
- [8] Jenkins, E. B. et al. , Astronomy from Space, in Report on Astronomy, ed. McNally, D. , Vol. XXI A, 505—540, 1991.
- [9] Kondo, Y. , Boggess, A. & Maran, S. , Annu. Rev. Astron. Astrophys. , 1989, 27:397—420.
- [10] NASA, Aeronautics and Space Report of the President, 1994, 7.
- [11] Perryman, M. & Jakobsen, P. , ESA's Report to the 30th COSPAR Meeting, ESA sp—1169, 1994, May.
- [12] Trumper , T . E . , Astronomy from Space , in Report on Astronomy , ed . Bergeron, J. , Vol. XXII A, 489—524, 1994.