

## \* 学科发展 \*

## 关于发展我国天文学的几点思考\*

王 绶 琯\*\*

(北京天文台)

【提要】 本文在简要分析了国际天文学发展背景和我国的具体情况之后提出了我国天文学的发展战略,并以不同层次的课题设计为例,探讨了学科发展中的几个具体战术问题。

## 一、学科背景

我们试图用图 1 来描述自从第谷-开普勒-牛顿时期以来,天文学发展的模式。图中用这三位科学巨匠的名字来表达天文研究中实测-数据分析-物理模型三大部分以及它们的相互关系,图里还表示了同时代的技术和物理学的进步在天文学发展中的位置。

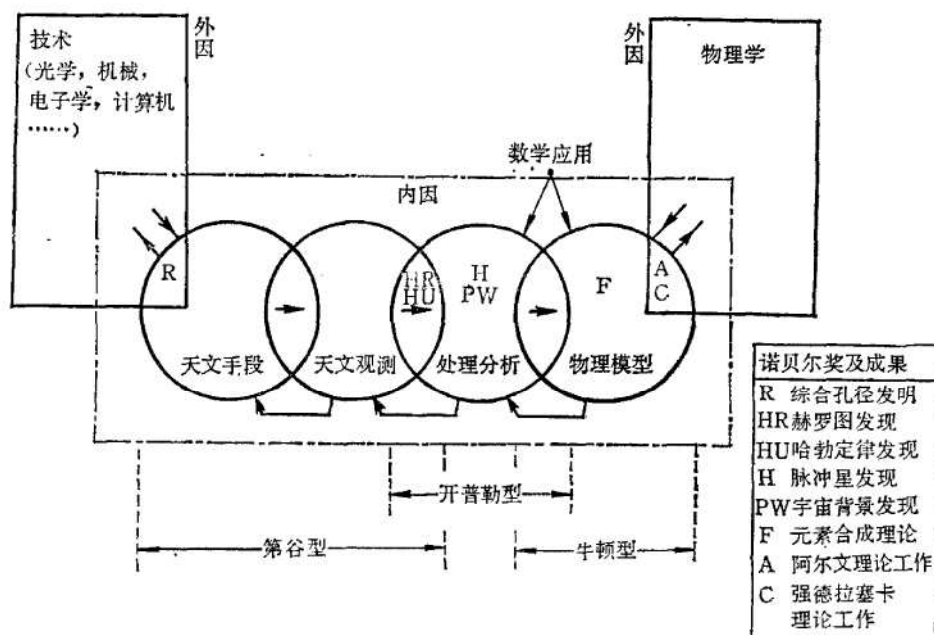


图 1 天文学发展的内因与外因

\* 本文要讨论的问题都是以我国天文学工作处于“稳定发展”的环境为前提,即每年全国用在天文学课题和设备的经费支持稳定不变,文中假定为 2000 万人民币(1987 年值)。

\*\* 学部委员,北京天文台名誉台长。

### (一) 今天的天文观测能力

天文学素称为“观测的科学”。今天,光学望远镜的最大口径达五、六米。用灵敏感光器件配备的大型望远镜,辨察微弱天体的能力能超过肉眼一百亿倍以上。由于采用了新技术,90年代里,至少会有四台10米级的望远镜将陆续设置在南北半球“视宁度”最佳的观测点上。

今天短厘米波段射电望远镜和干涉仪系统的有效口径达100米级。口径25米级的射电望远镜在世界各地多达六、七十台,其中大部分合成不同规模的“综合孔径”,以达到大“聚光”面积和高分辨功能。“甚长基线干涉仪”(VLBI)系统,由包括跨国、跨洲的射电望远镜组成,分辨本领可以高达万分之几弧秒。90年代VLBI网将会进一步发展;到本世纪末,还将实现两项“空间VLBI”计划。毫米波射电望远镜和干涉仪将“大型化”;亚毫米波系统将随着接收器件的发展加入天文实测。

空间天文研究的发展,使天文学实现了全部电磁波段的观测。1978年发射的IUE紫外卫星、“爱因斯坦”X射线卫星以及1983年发射的IRAS红外卫星,已取得了惊人的成就。迄今最昂贵的两颗天文卫星——以光学观测为主的“哈勃空间望远镜”和开展 $\Gamma$ 射线巡天的“ $\Gamma$ 射线天文台”都已经工作了一段时间。今后几年里,强威力的高级X天文设施(AXAF),其能力可比“爱因斯坦”卫星高10倍以上,空间红外望远镜设施(SIRTF)灵敏度可比IRAS高1000倍,一批中型专用卫星也将陆续投入使用。

这些进展,是与巨大的投资分不开的。二、三十年来,以美国为首,加上欧洲各国、原苏联和日本,平均每年用以发展新的天文设备的经费不下2亿美元。其中还没有计入美、苏历年为建造远访行星的一系列所费不貲的航天飞船。

### (二) 今天对天文世界的理性认识

大多数天文学家认为,今日天文世界的整体图象,可以用“热大爆炸宇宙学”和“恒星演化”两个物理模型来描述。

1929年哈勃发现相距达亿光年的星系中,谱线红移(即波长向长波端位移的量)与距离成正比。把红移解释为视向退行速度,这个被称为“哈勃定律”的关系可以理解为宇宙在膨胀,它与广义相对论结合,构成了膨胀宇宙的宇宙学。由此可以估计,膨胀的起始时刻当在150亿至200亿年前,当时整个宇宙物质处在密度极大、温度极高的状态,并发生了突然膨胀(“热大爆炸”)。运用亚原子物理学的知识,可以探讨大爆炸时的情形,并推算出膨胀过程中随着密度和温度持续下降,物质如何一步步演变成今日我们所熟悉的形式。这种对早期宇宙的描述,提供了两种可供实测检验的内容:一是著名的宇宙背景辐射,二是最初原子核合成阶段分布在整个宇宙空间中的轻元素的比例(氢74%,氦24%,等等),也就是所谓的宇宙原始气体的成份。这两者都已得到了观测结果的支持。

热大爆炸宇宙学模型导出的宇宙原始气体,是“恒星演化模型”的初始条件。恒星演化模型假设所有的第一代恒星都是起源于宇宙间原始气体(氢为主,氦次之)的引力集结。由此出发,应用包括核物理在内的物理学知识,推算出不同原始质量的恒星,从“星前”时期到开始恒星生涯,到以星体内部核聚变为主线索,经历各个演化阶段,直到最后归宿。这样,我们观测到的恒星世界中的每个成员,都可以证认为不同质量的恒星演化到不同年龄时的产物,而原始质

量小到不足以产生内部核聚变的星体，则成为行星层次的成员以及许多漂浮在空间中因不发光而很难被我们察觉到的天体。模型所预言的各类恒星的不同归宿中，包括了星体发生剧烈的“超新星爆炸”（从而解释了观测到的超新星现象），以及曾被认为难以探测的中子星和黑洞（60年代发现的脉冲星，被证认为中子星；黑洞的物理性质和中子星的一样，也已经得到了广泛的研究）。

恒星内部的热核反应，是它发光的一生中最主要的能源，同时也是从构成恒星的原始轻元素通过核聚变逐次“加工”成较重元素的过程，再加上超新星爆炸时高温中形成的更重的元素，可以解释周期表中所有元素品类的起源。每次超新星爆发，都会把一颗恒星在演化过程中“加工”出的全部元素抛到空间，与原始气体相混合。经过这样混合的气体云形成的第二代恒星及其行星系统就会含有各种比例的轻、重元素，包括生命赖以合成的 C、N、O 等。

恒星演化模型熔恒星演化和化学元素合成成一炉。这个模型与热大爆炸宇宙学模型相衔接，使人类第一次能够用完全科学的语言来描述从微观世界到宏观世界，从“可测宇宙”的起始到各个层次天体形成（以及构成生命的原材料的形成）的全过程。尽管这种描述仅仅是粗线条的，而且所依据的物理模型绝非无懈可击，但我们毕竟是已经可以站到眼观全景的高度上来讨论宇宙科学问题了。

### （三）当前的问题与挑战

把前面所说的两个物理模型联成一体，可以称之为当代天文学的“大统一模型”。它和其它科学模型一样，其生命力不但体现在能够解释已知的现象，而且在于能够经得起新的观测和新的理论的挑战。克服挑战，可使模型自身得到丰富和发展；而当遇到不可战胜的挑战时则意味着模型必须更新乃至重建，由此可导致认识的革命。

“天文学大统一模型”的一个明显问题是，理论缜密而实测粗疏。检阅一下当前的天文“信息库”，其中光学巡天已记录到的目标为  $10^9$ ，射电巡天记录到的射电源为  $5 \times 10^4$ ，红外巡天得

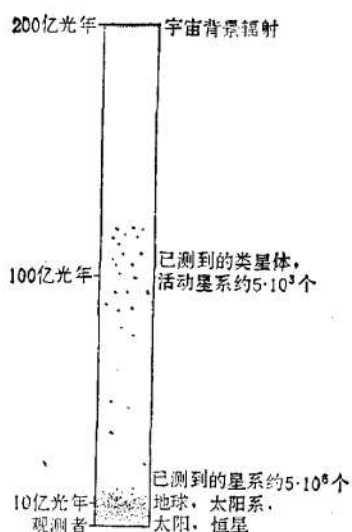


图2 天文实测空白区示意图

到的红外源为  $10^5$ , X 巡天得到的 X 射线源为  $5 \times 10^4$ , 全部巡天录到的河外目标为  $5 \times 10^6$ , 已发现的类星体为  $5 \times 10^3$ , 已发现的脉冲星为  $5 \times 10^2$ , 精测、研究过的天体为  $10^4$  (90 年代内以上所有数字都将会提高一个量级以上)。这些数字所表示的不平衡是显而易见的。图 2 从另一个角度——实测空档, 试图表达这种不平衡。

理论上的缜密主要是全景物理图像的自洽。但是从细处看, 恒星演化的实测样本仅限于千光年级的小空间范围, 而大爆炸宇宙学的实测依据仅仅有三条 (如果把哈勃定律也算作一条的话)。在这两个物理模型相互联结处的星系层次, 实测空档最大, 图景也很不明晰: 早年作出的星系形态分类至今物理涵义尚无定论; 研究宇宙大尺度结构所需的星系红移测量, 目前测到的范围还不及“可测宇宙半径”的  $1/10$ ; 在全景空档中出现的类星体和活动星系, 虽然至关重要, 但目前测到的仅占已测到的河外目标的 10 万分之一; 半个世纪前已经发现的星系层次上“见力不见形”的“暗物体”, 质量占宇宙物质总质量的 90%, 至今还是一个可容各种假说的疑团。在其它天体层次的难题也很多。其中之一是“孤本”: 地球、太阳系、太阳都是各自所属层次中唯一可供精细测量和研究的“孤本”。我们对漫漫宇宙中各个不同层次的“基本组成单元”的细致了解, 直接的观测依据只有这些屈指可数的孤本, 余下的在很大程度上只能依靠理论构思。孤本提供的信息往往举足轻重, 在太阳中微子测量中发现的中微子差缺就是一个著名的例子。这一切都对进一步的实测提出了迫切的要求。

#### (四) 我国的条件

我国在 80 年代以前, 主要利用各种小型设备, 开展天文学中的几门“服务”, 包括授时、太阳预报、人造卫星测轨定轨等; 同时开始筹建一些中型设备, 并开展天体物理方面的研究。80 年代上叶, 已经制成或着手建造一批中型设备和一些专用的设备, 并为它们选定和建立了相应的台址。在开放政策的带动下, 通过开展国际交流, 加速了人才储备。现在这些中型和专用设备已一一投入工作。它们规模虽小, 但已使我国天文实测发生了质的变化, 基本上越过了已往实测能力仅达到最近、最强和可用“经典方法”测量的范围, 逐步达到在各个不同领域可以进行“国际对话”。这些设备中的大部分, 包括口径 2.16 米、1.56 米、1.2 米、1 米光学和红外望远镜以及米波综合孔径, 厘米波和分米波 VLBI, 13.7 米孔径毫米波射电望远镜等, 已经组织在两个联合研究实验室里向全国开放。近年来还广泛引进了国际上空间天文、光学天文、射电天文的各种数据库和软件。我国中青年天文学家利用国外大型设备开展工作的人次日益增多。在几次重大国际联合作业中我国天文机构也发挥了自已的作用。

## 二、几点战略思考

前面我们已经介绍了国际动态和国内情况。下面结合当前天文学工作的几个特点, 对一些带有战略性的问题进行一些思考, 以为下面提出战略对策提供依据。

### (一) 当代天文学的国际化与我们的位置

目前天文学的国际化倾向比以往任何年代都强:

研究愈深入, 要求愈来愈多的研究项目进行国际联合观测;

设备愈大型化,要求愈来愈多的重大计划进行国际联合投资;

大型设备的使用必须分配给最优秀的课题,跨国使用不同设备的情况日益普遍;

跨国人才流动继续在各个层次以各种方式进行。

天文事业的国际化,使每个国家的研究工作都必须建立在国际合作与竞争的基础之上,并以国际水准来衡量。

目前我国天文学的状况也许是处在“天文第三世界”中较高的位置上,与“天文先进国”的差距悬殊。国际上光学、射电、空间大型天文设备林立。而我国首批中型设备刚开始投入工作;国际上每年用于建设天文新设备的投资约2亿美元,而我国对新设备的投资还不及他们的百分之一。天文学是一门“观测科学”,观测设备的发展是学科发展的重要前提。而大型设备则是重中之重。这样悬殊的差距是不是会使我国天文学在国际上找不到自己的位置?

问题实际上并没有那么严重。下一节将从天文学工作的特点分析这种情况。

## (二) 今日天文研究的格局及其特点

### 1. 设备格局——局部与全世界

不同课题需要使用不同大型设备。前面说过,跨国使用设备的情况非常普遍。而大多数国家拥有的大型设备都远不足以与全世界的联合相比。虽然我们的差距更大一些,但也并非十分“出格”。

### 2. 设备格局——“尺有所短寸有所长”

设备服务于课题。大型设备固然有其威力,但“尺有所短寸有所长”。首先是,它适宜于重点目标的“精测”和“深测”,以发挥大聚光能力的特长。而对于需要占用大量观测时间的课题,如大量样本的普查,“速变”现象的监测等,则以专题专用的中小型设备为宜。其次,对于需要试用新方法,或配置新装备等含有创新意义的实测课题,大多数只有用中小型设备才能承受反复试验。再则,大型设备造价高昂,为了满足尽可能多的使用要求,设计上通常着重在“通用性”。而对有些课题,要求设计“专用性能”的设备,为了避免“投资/效益比值”过大和制造时间过长,通常宜于采用中型。

### 3. 研究格局——诺贝尔奖中天体物理项目的启示

图1中标出了现代“诺贝尔奖”或可获该奖级的天文学成就,下面我们再将其分类列出:

第谷型工作与技术研究交叉1项:综合孔径射电望远镜的发展

第谷型与开普勒型工作的交叉2项:赫罗图;哈勃定律(未获奖,但作者当时如在世当可获奖)

开普勒型工作2项:脉冲星的发现;宇宙背景辐射的发现

牛顿型工作1项:恒星演化中的元素合成理论

牛顿型工作与物理学研究的交叉2项:阿尔文和强德拉塞卡分别作的理论贡献

可以看出,这些重大成就中第谷型工作并非独领风骚。事实上,除哈勃定律的发现得力于当时的大望远镜外,其它的如脉冲星、宇宙背景和综合孔径的工作都是在代价甚低或较低的条件下完成的。这说明,在宏观格局上,虽然大型设备的发展是天文学向未知领域开拓的首要条件,但中小型设备的配合必不可少,而且常常会是决定性的。这同时也表明,设备的作用贯串到天文研究的所有脉络中,不但为第谷型工作,也为开普勒型、牛顿型工作直接或间接提供突破的



机会。

#### 4. 研究格局——第谷型工作的机会

今天的天文实测尚未能及的领域,不论是在行星层次、恒星层次或星系宇宙学层次,都存在着非常大的“空档”(图 2)。所有这些“空档”既是实测的难题,同时也正是“现代第谷”面前的“机会”

#### 5. 研究格局——牛顿型工作的机会

前面提到“天文大统一理论”模型及其面对的问题和挑战,也就是对进一步的研究工作充满“机会”的领域。除此以外,在理论与实测交叉的“常规”领域,即“按图索骥”的前沿上,包括宇宙早期、宇宙结构的形式、宇宙大尺度结构、星系形成与演化、恒星与行星形成与演化、……以及实测必然会不断提供的“偶遇”现象,都将是可以实现理论上不同程度突破的场地。

#### 6. 研究格局——开普勒型工作的机会

在一般印象里,开普勒型工作一部分可属实测工作,如校准比对、干扰剔除等,一部分则可作为理论工作,如统计分类、数值模拟等。但是自开普勒以来,天文学的进展就一直在表明从大量资料中淘取有用信息的重要性和难度。今天已有许多积压资料待处理,而 90 年代中还将面临所有波段的各种类型资料将普遍增加一至数个量级,这给开普勒型的工作以巨大的负担,同时也是巨大的机会。有价值的“数学模型”(经验规律)只能建立在充分而精确的数据基础上。如何在噪声背景和观测条件的限制下从数据中取出失真程度尽可能小的信息,已是当前许多科学、技术领域门类极为关注的课题。对天文学,除了数据量异常大之外,在许多情况下数据的载量还十分复杂,因此其本身就是一个重大的天文课题,并期待着“现代开普勒”们的努力。

### 三、战略对策

根据以上的分析,提出几点战略对策的意见,以使我们在设备和资金处于劣势的条件下,力争在国际合作和竞争中赢得自己的位置。

#### (一) 重视现代天文学的发展规律,全面看待“第谷-开普勒-牛顿三部曲”的内部有机联系

为了尽量具体,我们用经费划分方式来表达总的建设布局。设想每年全国投在天文课题和设备建设的常规费用总额为 2000 万元(1987 年值,下同),可以考虑将其分为四个部分:

第一,现有各天文研究机构“面上的”科研经费占 50%,即 1000 万元。

第二,巩固和发展现有的光学和射电天文两个联合研究实验室,以保证所属设备良好运转,并注重随着实测课题的开展,不断完善和更新探测器系统和处理系统。个别中型设备不属于这两个实验室同此安排。这部分经费占 20%,即 400 万元。

第三,每年积储全部经费的 20%(即,400 万元),用在每五年创建一项对我们来说属“重大”的(虽然不会是大型的)新设备。

国际上大型设备研制周期常在十年以上,很难适应当前要求设计思想不断更新的形势,因此经常出现课题长时间期待设备的情况。我们不可能以有限的资金参加大设备的竞争,相反,宜于采取“小而精”(“小”到造价 2000 万人民币)以代替正统的“大而全”(大到 5000 万美元以

上),同时把握较短制造期(五年一项)的优点,争取在“单科突进”中捷足先登。在选题和设计设备方案时,必须集中天文理论、实测、技术三方面专家的智慧,最终方案应当自多个方案的竞争中产生。

第四,培植各个不同天文研究领域的小型研究中心。这种中心仿效国家实验室的模式,实行开放流动。由少数(至多三五个)学术骨干作为固定核心,并通过公开招聘(可以跨国)和评议,选定高水平的学术负责人。要有相对强的经费支持,用全国天文经费的10%(即每年200万元)来成立这种中心,争取四、五年内在全国设立三至四个。总之,中心的成立必须保证高质量,使其能培养人才、保持人才、吸引人才,在科研水平上能在国际上争先。

中心以牛顿型和开普勒型工作为核心,并结合相应的实测内容。在初创阶段,可以首先考虑以下几个方面:

- (1) 星系、宇宙学领域(成员中应有一至数名有关物理学家)。
- (2) 恒星物理、恒星演化领域(成员中应有一至数名有关物理学家)。
- (3) 天文信息处理、分析领域(成员中应有一至数名有关应用数学家)。

小型研究中心的建设能收到花10%的代价来攻取50%科学目标的效果,并保持了我們亟需的天文人才,这一点是值得高度重视的。

以上考虑是希望能使我们的第谷型、开普勒型和牛顿型的工作各得其所,相应的人员各尽其才。但在整个布局中,观测设备作为学科发展的基础,应占整个已有投资,常规经费,和特殊拨款的最大部分。下面一节将进一步讨论发展我国观测设备的战略。

## (二) 关于我国天文观测设备建设的战略对策

第一,前面已经说过,我们有限的设备资金,不宜(也不足)用以投入国际上大型设备的竞争。我们的重点设备建设要回避“大型、通用”,强调“中型、专用”。所谓“勿邀正正之旗、勿击堂堂之阵”,避免将投资分散到“通用(无所不备)”的面上,而是相反,应集中在选定的突破点,以达到在“点”上“以十攻一”,超过大型设备的效果,前述诺贝尔奖的几项实测,实际上就是如此。

第二,我们再次强调,必须集中牛顿型、开普勒型和第谷型专家的智慧,分析形势,检阅实力,使理论深度和技术创造性相结合,产生优秀的方案,使在设备建成时能达到当时的技术领先和时间领先。

纠正“先战而后求胜”,力图“先胜而后求战”,在今天我国天文学进入国际竞争中,尤其有现实意义。

第三,各种具体情况下的一些具体考虑:

(1) 鉴于当前我国许多技术,包括关键性部件甚至成套设备需要从国外引进,原则上应当维持“一次引进论”,即引进技术时应预先对其作用时效有明确的估计。要注意考虑在消化所引进技术期间国际上又会有什么新发展,要求我们的技术人员事先进行深入研讨,引进的技术必须能在我们的条件下针对自己的设计目的发挥“长”时间的功效。我们不排除形势发展会要求“再引进”,但必须避免反复引进的低效局面。

(2) 要尽量利用一切有利因素和避免一切不利因素。就我国的自然条件来说:地理位置是一个有利因素:我国幅员辽阔。对国际联合观测或合作观测的项目,我国的设备布局有重要作用。如我国参加的太阳活动、地球自转等“接力”联测,甚长基线干涉(VLBI)等跨国、跨

洲同步观测等都是明显的例子。

青藏高原地势高、气候干、晴日多,且多平坦地,是红外、毫米波、亚毫米波大型设备(望远镜、干涉仪)的优秀台址。青海毫米波天文观测站就是利用了这个有利因素。

但是我国迄今尚未勘测到属第一流观测条件的光学天文台址,这对我国近期天文设备建设是一个不利因素。

(3)“鸡首”与“牛后”的问题。前面提出的都是围绕着如何争当“鸡首”,即如何使我们要建的设备,在规模比他人的小得多的情况下,能在一个选定的“专一”领域中领先。但“牛后”的方案也必须认真分析:曾经考虑过的有两种类型,一种是参加国际上大型设备的联合投资,取得一定的使用权;另一种是沿着望远镜规模一步步增大的技术阶梯,采用国际上先行一步的蓝本。这两者都给人技术风险较小的感觉,同时也都放弃了前面说的“以十攻一”等专题攻坚的途径。但是两者的学术风险都非常大。因为对前者我们的投入只能占“小股份”,而且设备设计的学术路线基本上没有主动权。后者则冒有在国际上威力更大、数量众多的同类设备同时发展的背景下,竞争力日益薄弱的危险。而且,与“鸡首”方案相比,技术风险也并不更小。当然,一切前进中的事物都伴有风险。这里需要强调的是,不论什么方案都必须回答一个问题:在建成时,我们为之倾注五年以上的积蓄、和五年以上的精力的设备,能否真正自立于当时世界上实测天文手段之林?

(4)最后,关于人才引进。十余年来我们一直在派遣人员出国学习进修、使用大型设备、引进技术、购买设备。我们认为,如果不能使人才跨国流动成为双向,则我们的天文事业将很难保持竞争力量。应当使前面建议的小型“研究中心”内经常拥有一至二名国外优秀学者;在设计、评议、实施我们的设备建设项目时,也要力求聘请优秀的国外专家参加。把一定比例的资金投在人才引进上会产生重要的战略效果,不可不加以特别重视。

#### 四、几个可供考虑的具体方案

根据以上战略思想,下面就“重型”设备方案、已有中型设备选题和小型设备选题等三个方面,各举一个例子,以充实前面的论点。

##### 例 1. 一种“重型”设备方案的建议——口径 10 米级、中星仪式光谱巡天专用望远镜

科学目标:

光谱观测是获得天体物理信息的主要手段,但需要有大望远镜才能测到较暗的天文目标。这是形成“实测空白区”的一个重要原因(图 2)。以星系谱线红移巡天测量为例,迄今记录的  $10^9$  个天文目标中约有  $5 \times 10^6$  个辨认为河外星系,而测过谱线红移的河外星系仅有  $4 \times 10^4$  个。观测远远落后于研究要求!其它天文课题对测谱的要求同样十分严峻。90 年代里预计各波段新记录的目标将有一至几个数量级的增加,相应的光谱巡天的要求也将成十倍地增加。这一期间 10 米级口径望远镜将一一投入工作,以取代现今 10 台左右 4 米级的望远镜。届时相当一部分 4 米级镜会转到光谱巡天。这一工作领域蕴含着巨大的“机会”,无疑将会有强烈的竞争,一场在前沿领域的竞争。

我们能不能设想在 5 到 7 年里建造一台 10 米级口径的专用望远镜,以取得这一前沿领域



中的有利的国际竞争地位? 如果这样做, 则根据预计, 要求光谱巡天的样本将数以百万计。设想每一主攻课题选定万至十万个样本, 倘若每夜测量上千个目标, 则一年内可以取得几十万个样本的光谱, 也就是完成一到几个可谓“巨型”的统计天文课题, 并获得这种观测必然会带来的许多“偶遇”发现。

#### 技术路线:

国外 10 米级望远镜造价为亿美元级, 我们不能套用他们的设计, 而是必须放弃通用性, 突出专用性, 以“有所不为”致“有所为”。我们专一在大样本光谱观测, 并采取光纤束技术成批取样。重在大样本课题, 放弃对单一目标长时间跟踪观测的能力; 重在光谱测量, 而不在光度学测量、成像能力等方面竞争。这种路线使我们可以通过以下三个方面的措施, 使造价降低到我们力所能及的数千万元人民币范围:

第一是采用“中星仪式”装置, 即望远镜只在被测天区扫过子午线(南北方向)时对它进行 1 个小时左右的观测。这样就省去了通常的两轴运转系统, 而代之以单轴, 从而极大地简化了设计, 降低了造价(采用某种单轴系统巡天观测在天体测量上属经典形式。H. SMITH 最先把它用在大型天体物理望远镜上)。

第二是主镜采用球面, 由许多半径等同的小球面镜拼组而成。这样可以极大地减少加工费用。这种系统的主动光学也将较同类的其他系统远为简单。“视场改正”使用专门设计的“焦面改正器”。每个待测目标成像的位置上都安一个改正器。改正器接光纤, 将目标的像引到摄谱仪。按我国目前技术, 可以做到在十几平方度的焦面视场上, 放置上千个这样的改正器。这就是说, 一次测量可以记录上千个目标的光谱。

第三是设计指标以能满足光纤摄谱为度。这就降低了对台址大气视宁度的要求, 使得有可能利用现在台址(或方便的潜在台址), 以节省大笔开支, 并赢得时间优先。

这种设计, 技术上较之常见的 4 米级口径望远镜难点少, 造价也更低。所需光纤、摄谱仪

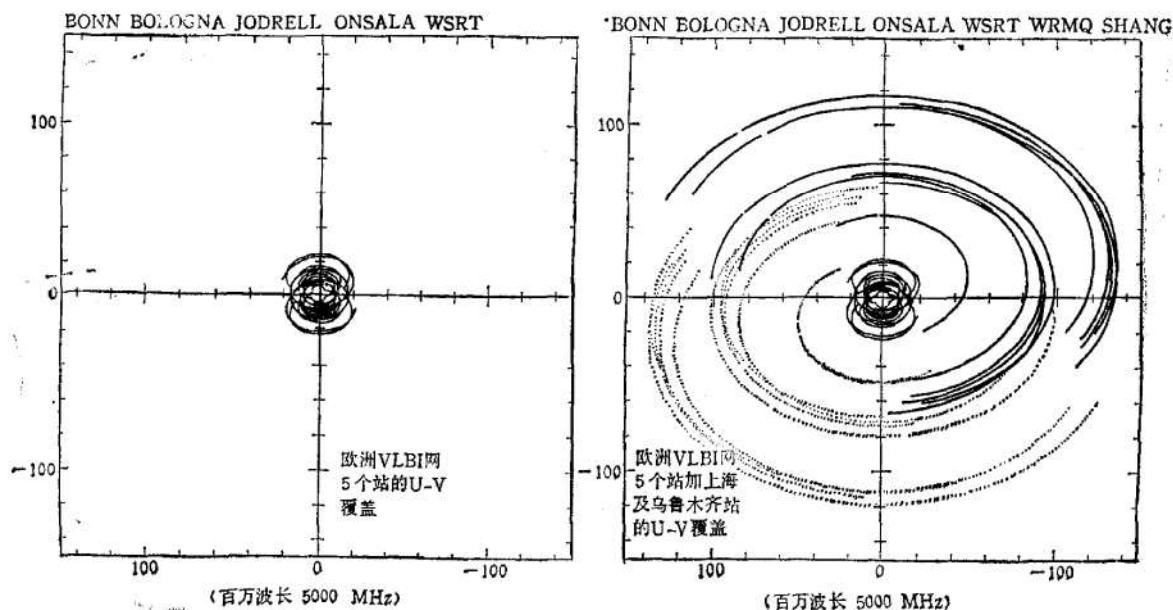


图3 欧洲 VLBI 网在中国沪、乌站参加时的 U-V 扩展

等技术均属目前大中型望远镜的“常规技术”。需要作为特殊课题进行预研究的主要有改正器和安置光纤板的跟踪系统(在被测天区过子午线前半小时开始,采取移动光纤板的方式跟踪 1 小时)。两者均非“高难”。

这个方案是前面说的战略措施的一个示例。也是作为一个“重型”设备的候选项目提出来以备与更多的候选项目竞争入选的示例。这种竞争单凭书面论证往往是不够的,必须有关键性技术的预研究结果。为此,应当在前述常规经费安排中,把对各种预研究的支持作为一种战略要务。

## 例 2. 中型设备的选题

在已有设备中,太阳磁场望远镜的成功是一个很好的示例。几年来的成绩充分表明了一具中型设备能够具有巨大的生命力。这里我们提出一个在射电天文领域可供考虑的选题——开展波长 1.3 厘米 VLBI (甚长基线干涉仪)观测,把恒星形成区水激射源的研究作为一个优先课题。

科学目标及技术路线:

(1) 我国的地理特点,使我国 VLBI 站处于有利的地位。图 3 中表示的“U-V 覆盖”,大小正比于 VLBI 网分辨本领的高低。而分辨本领正是 VLBI 的主要功能。图中明显地表明了我国两个站加入欧洲 VLBI 网时所能起的重要作用。

(2) VLBI 的分辨本领还决定于工作波长。1.3 厘米是目前 VLBI 上通用的波长中最短的一个,因而用它工作所得的分辨本领最高。把我国的 VLBI 系统配备 1.3 厘米波长设施放在优先地位,当属明智之举。

(3) 水激射源在 1.3 厘米波长的辐射“光变”频繁,强度非常大,含有重要的物理和力学信息。这种激射源多由一批子源组成。VLBI 可以测出每个子源的位置及其谱线位移(也就是视向速度)。两期 VLBI 观测(例如相距几个月)可以定出每个子源的“自行”(切向运动),从而结合视向速度,定出它们的空间运动。与此同时,利用单天线(如乌鲁木齐站的天线)持续监测同一水激射源,利用不同的谱线位移量以区分不同的子源,从而记录到每个子源的“光变”。这些观测资料的综合,对恒星形成区中物理和力学的探讨无疑将具有独特的价值。水激射源的强度大,而且测谱线所需要的频带宽度小,适于我们目前技术条件下的观测。这种课题的开展,将有助于体现我国 VLBI 的生命力,并发挥中小型设备作为监测主力的作用。

## 例 3. 小型设备的选题

过去我国天文实测工作的成绩,大部分是靠小型设备得到的。最近的一个例子堪称突出:在现有 60/90 厘米施密特望远镜(这是一种小望远镜)上配备大面积 CCD (荷电耦合探测器)和多色滤光片,开展多色深度巡天。这是一项以中国为主的中美合作项目,其效果可望在当前天文实测前沿上有所突破。