

90年代的基本天体测量形势 与我国改进恒星参考系的任务

李东明 鲁春林

罗定江

(中国科学院紫金山天文台)

(中国科学院北京天文台)

提 要

天体测量参考架的工作正处在重大变革之中,各种技术(射电、光学、空间、地面)都在努力作出贡献。在90年代中后期,人们将第一次建立基于河外源的高精度射电参考架;实现射电/光学参考架的初步连接;恒星参考网络有可能扩充到 13^m 恒星,并为下一步扩充到 17^m 至 18^m 恒星作好准备。FK5参考系的改进和扩充对于推进光学参考架的发展仍然具有至关重要或决定性的意义。关于改进恒星参考系的工作,我国有相当好的基础。在某些观测方法和仪器方面颇有自己的特色。若能很好地组织,可以对此历史性的变化作出相当大的贡献。

天体测量学最重要的一项任务是建立基本天球参考架。天球参考架的不断完善不仅对天文学的发展极其重要,而且和空间科学、大地测量和地球物理研究也有密切的关系。本文的主要内容是对未来十年这方面的发展形势作出估计,并就我国关于改进恒星参考系的工作提出若干意见。

一、关于基本天体测量的形势

天体测量参考架正处在重大变革之中,表现在建立参考架的原则已发生重大改变;测量和归算技术的重大改进以及天体测量成果的质和量的飞快提高。有关参考架的工作在80年代初已全面铺开。预计今后十年将达到一个新的高峰。目前各种技术都在努力作出贡献。图1表示了90年代天体测量参考架的发展形势,并在下面分别予以介绍。

1. 河外射电参考架和射电星天体测量的进展

利用射电干涉仪的观测建立河外参考架的工作已有十多年的历史。IAU第24委员会的射电/光学天体测量工作组于1984年发表了233个河外射电致密源工作表^[1]。该表的有关统计数据可参见文献[2]。1989年初,有两部值得注意的综合河外射电源星表问世。一部是国际地球自转服务(IERS)编制的228个河外致密源表^[3]。表中的源按照观测史、几何和物理性质的考虑分为一级、二级和补编三类。一级源有23个,用于坐标定向。位置精度为0.2至0.4 mas。其中仅有8个源在南半球(赤纬 0° 至 -29°)。二级源为76个,位置精度为

1—10 mas。只出现在一个独立致密源表的列为补编源, 共 129 个。Walter 在考查了精度较高、源数目较多的四部独立河外源星表以后, 在规定至少应在三个不同的观测源表中出现的条件下, 得到了包含 210 个河外源的最佳综合源表。其中 50 个源作为基本组, 平均位置精度在赤经方向为 0.3 mas, 赤纬方向为 0.5 mas^[4,5]。

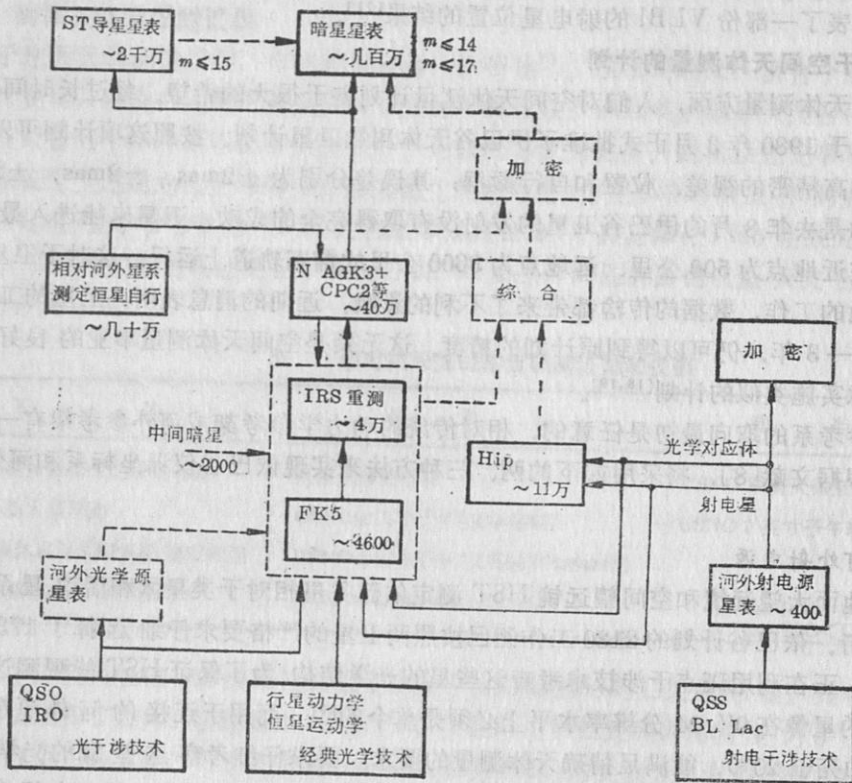


图 1 90 年代的天体测量参考架的发展形势

建立河外射电/光学参考架的一项重要全球观测计划已由 de Vegt 等人提出^[6]。参加这项联合计划的射电天体测量工作的有美国 NRL、GSFC、澳大利亚 CSIRO 和南非的射电天文台等。这项计划的观测纲要包括了 489 个源。目前已得到了 347 个源的 VLBI 观测。其中一半是近两年专为这项任务组织的新观测; 另一半来自地壳动力学计划的数据库^[10]。该计划最后完成的河外射电源表的精度对北半球和南半球分别为 1 mas 和 5 mas^[6]。

随着射电干涉测量技术的进步和上述河外射电参考架的不断改善, 辐射微弱的射电星的天体测量工作也取得了明显的进展。首先 VLA 是测定恒星射电辐射位置的最佳仪器。它能够在较低的灵敏度配置下进行恒星射电辐射的快速检测; 也可以在较高的灵敏度配置下测定更微弱的射电星的位置。1978 年以来, 已用 VLA 完成了一系列观测。到 1989 年或稍晚些, 总共可得到 48 颗射电星(主要在北半球)的位置, 精度约为 $0''.01$ ^[7]。当射电星测量所参考的高精度的河外源与该星相距在 1° — 2° 以内, 源数 ≥ 3 时, 射电星的相对位置测量精度可达 1 mas。对于视差测量至少要 3 个历元; 自行的测定同样要求有几个历元的观测。因此, 完成一颗射电星的位置、自行和视差的测定需要占用 VLA 的大量观测时间。预计到

1994年,利用VLA可以得到赤纬大于 -30° ,精度为1 mas的20颗射电星的位置、自行和视差的数值^[7]。

其次,利用最灵敏的VLBI Mark III数据获得系统(于1982年投入工作),当射电星具有中等以上强度的射电爆发、流量密度为10—400 mJy时,也可以成功地观测射电星。近年来已陆续发表了一部份VLBI的射电星位置的结果^[11]。

2. 关于空间天体测量的计划

在光学天体测量方面,人们对空间天体测量计划寄予很大的希望。经过长时间的研讨,欧洲空间局于1980年3月正式批准了伊巴谷天体测量卫星计划。按照这项计划可以得到12万颗恒星的高精密的视差、位置和自行数据;其误差分别为 $\pm 2\text{mas}$, $\pm 2\text{mas}$, $\pm 2\text{mas/年}$ 。令人惋惜的是去年8月的伊巴谷卫星的发射没有取得完全的成功。卫星未能进入最终的同步轨道,而在近地点为500公里、远地点为3600公里的椭圆轨道上运行。这对于卫星的寿命,太阳能电池的工作,数据的传输都带来了不利的影响。近期的消息表明:卫星的工作寿命仍然可达2.5—3年,仍可以得到原计划的精度。这无疑是空间天体测量事业的良好开端。苏联也在考虑实施类似的计划^[18,19]。

空间参考系的取向最初是任意的,相对传统的动力学参考架或河外参考架有一未知的整体旋转。根据文献[8],将采用如下的两、三种方法来实现依巴谷仪器坐标系和河外参考架的连接。

(1) 河外射电源

通过地面大望远镜和空间望远镜HST测定依巴谷星相对于类星体和活动星系核的光学位置和自行。依巴谷计划的2130工作组已按照两卫星的严格要求仔细选择了173颗依巴谷连接星^[8]。正在利用斑点干涉技术考查这些星的光学结构。为了保证HST能观测这些依巴谷星,它们的星像在 $0''.04$ 分辨率水平上必须是单个的^[9]。而用于连接的河外源在光学上应足够亮(如亮于 20^m),能满足精确天体测量的要求。要求仔细考察这些源的光学结构,如利用各种颜色的CCD深露光来确定其发射中心位置。目前世界上许多天文台都参与了测定类星体相对于恒星参考系的位置,或观测与这有关的天体物理特性的工作。近年来也有人不断在利用早期底片来求得类星体的视“自行”。

(2) 射电星

射电星的观测在依巴谷仪器参考系连接河外参考架的工作中占有特别重要的地位^[13]。在依巴谷输入星表中选入了186颗射电星。这些射电星同上述173颗依巴谷星一样,在依巴谷观测纲要中被赋予特大的观测权重。Argue希望在未来依巴谷数据归算时,将有50颗左右射电星的视差和自行的精确值。光学方面的一个重要工作是要检验每颗射电星对精确天体测量是否适合,确立光学中心和射电辐射中心的同一性。关于它们的结构及其可能的演变现在还只能通过仔细和重复的观测安排来解决。所以,近几年来,世界上几乎所有可利用的天体测量技术(如子午仪器、等高仪、天体照相机)都投入了射电星的精密定位工作。利用早期的照相或子午观测求得射电星的光学自行工作,也在积极进行中。

(3) 相对河外星系的自行

测定恒星相对于星系的绝对自行(不包括位置的测定)已有30年以上的历史。最引人注

目的是里克天文台和普尔柯沃制定的庞大的观测计划。在北天还有陶登堡的观测计划。我国上海(佘山)天文台也开展了这项工作。陶登堡研究人员证明: 仅根据 10 个星系视场就可以建立旋转矩阵误差为 1.4 mas/yr 的依巴谷仪器系统和河外参考架的连接。依巴谷纲要中的大量恒星和上述观测计划中的恒星相同, 因此可以检验用其他方法进行的参考连接的可靠性^[8]。

3. 地面天体测量的进展

关于地面天体测量计划, 作者也曾作过一次评述^[2]。自那时以来, 虽有个别台站或仪器的工作有变动, 但总的说来仍然是在按预定的计划发展。例如美国海军天文台(USNO)的北天极至南天极的十年计划不仅在认真执行, 而且内容更为充实。此项改进光学星表的大规模计划已经成为上述建立在全球约 400 源基础上的河外射电/光学参考架工作的重要组成部分^[6]。该射电/光学参考架的 VLBI 的赤经零点将由 28 个类星体在 FK5 系统的光学位置来确定^[12]。在河外源和射电星的光学观测方面, 参加工作的还有西德汉堡天文台。上述单位的具体计划见下表:

表 1 参考架天体的联合观测计划和仪器

天 体	北 半 球	南 半 球
射电星, 类星体视场的二级定标星	汉堡天体照相机	USNO 双筒天体照相机(新西兰)
射电星作为基本星观测	USNO 6 英寸子午环(华盛顿)	USNO 7 英寸子午环(新西兰)
射电星, 类星体视场的 IRS 星, 暗定标星	USNO 8 英寸子午环(美国 Flagstaff)	
河外源(照相和 CCD 观测)	2.2m calar Alto 4m KPNO	3.6m ESO, 3.9m AAT 2.2m ESO < CCD

实际上, 利用汉堡天体照相机拍摄了 160 个河外源视场的二级定标星。其中 70 个源已用大望远镜拍得了底片。这些源在 FK4/FK5 系统内光学位置的内部精度为 $0''.04$ 。如果每个视场取得更多的底片, 可望改进到 $\pm 0''.01$ 。在南半球, 用英澳 3.9 米望远镜拍得了 24 个源的很好的主焦点底片; 河外源的二级定标星从 1988 年起用 USNO 双筒天体照相机(在新西兰)观测。在射电星方面, 北半球汉堡天体照相机测定了 100 颗射电星的光学位置, 内部精度为 $0''.05$ 。在南半球, 从 1988 年起利用 7 英寸子午环(在新西兰)以基本星观测方式进行射电星观测计划, 并利用双筒天体照相机对射电星作补充观测。上述所有照相位置将用统一的归算程序并参考 FK5 光学参考架来确定。但也有可能转换到其他参考架, 如将来根据 USNO 北天极至南天极观测确定的基本参考架。然后可以用百分之几角秒的精度研究全地球的光学与射电参考架之间的系统差。

该联合计划也考虑了依巴谷星表与河外射电参考架的连接。这一计划到 1993 年前后, 可得到 300 张河外源底片。在每 $6^\circ \times 6^\circ$ 视场中大约有 80 至 100 颗依巴谷星。因而可以为依巴谷恒星网络相对于河外射电源的最后定向提供可靠的地面连接。

现代全自动化子午环工作的高效率和向暗星方面的扩充能力给了人们深刻的印象。安装在天气象条件良好的 La Palma 岛上的全自动化的 Carlsberg 子午环是这方面的最杰出的代表。该仪器在 1986 年观测了 269 个晴夜, 平均每个晴夜观测 9.6 小时。全年总共得到近 11 万星次的观测。其中有恒星 1.9 万颗, 并在第二年即 1987 年发表了全部观测结果。该仪

器的极限星等原为 13.3 等。1988 年采用新的测微器后又提高到 $14^m.5$ ^[20]。因而有可能将几十颗河外天体包括在观测计划之中。这样高效率的子午环在某些方面已具备了取代天体照相仪作用的能力。

为了进一步扩充光学基本参考系,全球的国际参考系(IRS)的重测工作已经陆续铺开;另外,IAU 第 8 委员会有一工作组正在编制中间暗星表,作为进一步扩充 FK5 星表的观测对象^[21]。根据现有的大型照相星表和现代子午星表改进三级恒星参考系(AGK3、SAO)的工作也已开展。美国海军天文台和西德海德堡天文研究所都进行了新的 SAO 型星表的编制工作。海德堡天文研究所的 PPM 星表包括 18 万颗北天参考星,自行精度为 4.5 mas/年 ^[23]。海军天文台的照相参考星星表(ACRS)将包括 34.6 万颗参考星,自行精度一般为 $\pm 4 \text{ mas/年}$ ^[22];现在已完成北天部分。这类工作除了供天文学和空间科学的一般应用外,显然也是为暗星($m \geq 14$)照相星表的归算工作做好准备。

目前基本参考系向暗星方面扩充的主要工作仍然由天体照相仪来承担,如正在进行的南半球的 USNO 计划和北半球的汉堡天文台计划^[15]。它们的平均观测历元为 1990 年,用 IRS 星作为参考星,可以提供数百万颗极限星等为 13^m-14^m 恒星的位置。预期精度为 $0''.05$ 或略低些。在汉堡天文台,已开始研究用于 Skymap 2000 计划的天体测量大望远镜。该仪器的设计目标是:视场 $2^\circ \times 2^\circ$, 具有最佳的像结构,10 分钟时间可拍到 17^m 恒星。若有两台这样的仪器在两个半球同时工作,采用两重覆盖模式,五年内可以完成全天拍照,从而将恒星网络进一步扩充到 17^m-18^m 的恒星^[15]。自然,这只是第一历元的观测。

为 HST 导向编制的导星星表(GSC),在去年完成归算以后,提供了所有亮于 $m_v \approx 14$ 的恒星位置,精度可达 $0''.2$ (不包括大范围的区域误差)^[24]。GSC 包括总数高达二千万个天体(其中大约 79% 为恒星)的近代历元的位置和光度资料。这项工作是施密特望远镜巡天工作在星体测量等领域内的成功应用。这项工作的进一步发展将包括确定 GSC 中天体的自行,并推动三级参考系(AGK3、SAO 等)和二级参考系(IRS)的进一步改进。这项工作对未来空间科学和天文学的应用或影响不容忽视。

最后需要特别注意的是光干涉技术在天体测量领域的应用和发展。从长远看来,光学参考架要取得根本性的改进,也许只有这一技术进展到允许直接在遥远的河外光学源基础上建立光学参考架时才能实现。空间干涉仪允许仪器长时间照准某一河外源以便获得很暗的星等,因而可以精确测定这种天体的光学位置。这种技术预期可达到的精度为 0.1 mas ,它只受到源结构的限制^[12]。但这是要经过相当长的时间才能达到的目标。从近期来看,只有在射电天体测量的基础上才能实现较理想的河外参考架。当前,建立光学河外参考架的任务实际上就是要解决光学和射电参考架之间连接或转换问题,这仍然是需要较长时间才能完成的^[17]。

二、对我国改进恒星参考系工作的意见

1. 改进恒星参考系的必要性和重大课题

HST 的发射和地面口径为 10—15 米级大望远镜的建造,使天文研究工作不断地向更暗

的天体方向发展。为了满足未来十年中全波段天文学研究工作的需要,必须在质和量两个方面对恒星参考系作重大的改进。前者主要是指一级参考系(目前由FK5星表来定义)的改进和扩充;后者是指增加全球网络的密度(每平方度参考星星数达到10乃至100颗)和增加暗的极限星等(如至 14^m — 17^m 恒星)。这些要求对于暗天体光学位置的精确测定、不同波段天体位置的证认、空间导航和恒星运动学的普遍研究等工作是不可缺少的。无论是对于前者或后者,在近期(十年或稍长时间)内,把希望完全寄托在空间天体测量卫星的成果上是不适宜的^[2]。从目前来看空间天体测量要求投资巨大、研制周期长(例如伊巴谷计划耗资可达二十余亿美元、十年时间),而自行的测定精度和地面天体测量的结果在同一数量级或稍低。虽然上述伊巴谷卫星测定恒星位置的精度在平均观测历元(≈ 1990 年)可以达到 $\pm 4\text{mas}$,但由于自行误差的影响,发表最后的星表成果时(估计为1993年)星位误差可达到 $\pm 0''.02 \sim \pm 0''.03$,2000年为 $\pm 0''.04 \sim \pm 0''.06$ 。这些数字和地面观测的最好的星表相当^[17,25]。另一方面,地面天体测量的基本仪器的工作效率较60年代初几乎有数量级的提高;特别是底片测量和星表归算技术的进步有质的飞跃。地面天体测量在本世纪初和中期积累的大量宝贵资料急待开发。例如完成AC星表的最后归算可以得到大量暗星的精度约为 3mas/年 的自行资料。因此越来越多的天体测量学家认识到空间天体测量和地面天体测量工作的互相检验和互相补充的重要性^[2,16,25]。Wielen的工作表明:综合依巴谷空间星表和地面基本星表(包括早期的子午星表)可以得到比只有空间星表或只有地面星表更精确的自行系统和位置系统^[16,17]。但该计算只是在假定消去了现有基本星表的系统误差的条件下才是正确的。这些系统误差的大小和来源可以通过地面天体测量结果和伊巴谷结果的比较以及地面天体测量不同技术的结果之间的比较予以揭示。从而促进对具体的某类仪器的系统误差、地方性效应、大气折射和垂线偏离等问题的深入研究,用来改进过去和未来的地面天体测量成果。对于亮星的定位工作,国家测绘部门和地学方面的研究工作也提出了新的要求。因此我们在90年代做好FK5参考系的扩充工作的同时,更应重视改进FK5系统的本身,即基本星的绝对或准绝对观测。

实现射电/光学参考系的连接或转换是当代天体测量学最重要的任务之一。现在看来,完成这项任务比预期的要复杂。首先可用于比较射电/光学精确位置的天体不多,遥远的类星体和蝎虎天体虽然可作为参考基准点,但目前天体物理对这些天体的实际几何性质的了解不能令人满意。为了论证这些天体的光学和射电辐射中心在空间位置的一致,需要知道这些天体的能量产生和转移(影响到天体的形状)的详尽知识;然后根据每个候选天体的特殊物理性质,加上详细的光学和射电的高分辨率图像,才可以估计其光学和射电辐射中心的最大偏离。由于射电或光学向某一方向的辐射,邻近类星体的寄主星系以及星系散射等原因,可使这些天体的致密核的内部运动达到 1mas/年 量级。这些天体的光学辐射微弱,光学星等和基本星的星等差距甚大。只有利用大望远镜多光谱段的深空CCD测量和未来高分辨率的光干涉仪才可能对它们的图像进行详细研究。需要经过二级甚至三级中间参考系的环节,才能测定它们在光学基本参考系中的精确位置。这也容易引入额外的系统误差。

在射电星方面,存在的主要问题是它们的射电辐射微弱,又常带有偶然爆发性质;大多数候选射电星是双星或聚星。要把这些星的横向轨道运动和质心运动(自行)分开,需要耐心

和在较长时期内积累观测资料^[14]。即使是单个恒星情况,拱星区域的辐射也可扩展到几个天文单位。不过在大多数情况下,可以根据双星系统或恒星的已知几何性质估计射电辐射源的空间体积和扩散的角直径。

另一方面,光学基本参考系内部精度的均匀性较差,很可能存在较明显的区域性误差^[17]。为了精确地建立射电/光学参考架的联系,需要有很多均匀分布于全球、且能联系射电/光学位置的天体。这一点在当前的射电/光学技术水平上,实际上是做不到的。因而充分地利用现有(或研制中)的能够有效地削弱基本参考系区域性误差的仪器,及时开展南北两个半球的观测是十分重要的。能在 90 年代中期得到更均匀的基本系统,将有助于以较少的射电天体的精确观测,建立射电/光学参考架两者较精确的转换关系;又有利于地面参考系和空间恒星参考系更好的连接,把射电/光学参考架两者的精确关系长期保持下去。

2. 对我国开展星表工作的意见

由于兄弟台站共同努力,虽然我国过去没有专门用于星表工作的仪器,仍然对基本参考系的建立作出了历史性的贡献。用于确定 FK5 星表系统(网络)的 33 部星表中:16 部为赤经星表,其中包括 Shensi 69A(即 CTC);3 部为赤纬星表;14 部为同时提供赤经、赤纬的星表,其中包括 Beij 72、Beij 79(即 GCA, GCPA)^[26]。所有这三部中国星表的质量上都是很好的。特别是 Shensi 69A、Beij 79 两星表无论在单个位置精度上或星表的系统精度方面在世界上都是名列前茅的^[27,28]。

为了对恒星参考系的改进作出更大的贡献,我国天体测量工作者一方面抓紧研制大型基本仪器:Ⅲ型等高仪、低纬子午环和地平子午环(与当代经典子午环比较均有各自的特点),另一方面,又对仪器系统历经考验的Ⅱ型和Ⅰ型光电等高仪进行了现代化改造。这四台小型仪器的观测已实现了全自动化,仪器的极限星等不久也将提高到 9.^m5 恒星,可包括全部 FK5 星和 IRS 星。

根据上述 90 年代的学科形势和我国的具体情况,我们建议 90 年代前期星表工作的重点放在 FK5 星(包括将来可能扩充的对象)的重测以及射电星和河外射电源光学对应体的精密定位上。FK5 星(特别其中暗星扩充部分)的现代历元观测对于实现地面/空间参考系以及射电/光学参考系的连接极为重要。IRS 星重测的意义同样不容忽视,它是基本参考系向暗星方面扩充的桥梁。我国的大地测量星表和 CTC 星表的重测工作将于一、二年内结束。参与这一工作的主要仪器可以转向上述建议的工作上。众所周知,南半球是恒星参考系的薄弱环节。南美同行要求我国光电等高仪搬至南美开展协作观测。实际上,国外学者早已认识到等高仪的观测(原理上不同于子午方法)对于削弱基本参考系的区域误差具有重要意义^[29]。最近苏联子午天文学家也表示:确信利用等高方法建立“绝对”基本惯性参考系可以和经典子午方法竞争或超过后者^[30]。因此只要客观条件允许,我们应积极响应。

我们应当组织所有技术开展河外射电源光学对应体和射电星的定位联测,以便将光学参考系的基准建立在遥远的河外天体之上。充分利用已有的老底片测定射电星自行及河外射电源在光学参考系中的视“自行”。照相、CCD、等高仪和子午仪器的结果相互比较和补充,有利于消除不同技术间的系统差,从而建立射电/光学参考系之间的可靠联系。

利用 CCD 重叠露光-子午环技术,相对河外星系测定恒星绝对自行、岁差和章动常数改

正值是改进光学基本参考系的另一可能途径。云南天文台已开始试测工作。今后的问题是如何精选观测对象, 仔细制定半球或全球的观测纲要; 并进一步提高每个环节的观测精度。

由于观测技术的进步, 通过不同技术的联合观测, 观测纲要的合理安排和动力学理论的改进, 现在已有可能建立更完善的动力学参考系。我们要有计划地开展太阳、大行星和小行星的联测工作。

预计 90 年代中期, 我国的 IV 型等高仪和子午环的仪器系统应已通过充分考验; 终端记录技术也应相当完善。那时, 这些仪器除了继续上述一部分重点工作外, 它们的工作重点似应放在暗星(如 10^m-13^m 恒星, 甚至 15^m-17^m 河外源)的扩充、河外源天区的参考星以及某些有重要天体物理学意义的天体的观测上。

投入 90 年代星表工作的我国基本天体测量仪器, 在从事精确测定位置和自行的同时, 还可以得到大量恒星的光度测量数据。在实测工作中, 我们应充分重视仪器/地方性影响的研究工作, 及时改进终端技术, 同时积极开展参考系理论的探讨, 观测资料(包括国外地面和空间成果)的分析、综合和应用工作, 争取我国在 90 年代的参考系变革中作出更大的贡献。

北京台鲁礼志同志曾对本文提出宝贵意见, 特此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Argue, A. N. et al, *Astron. Astrophys.*, 130 (1984), 191.
- [2] 李东明, 紫金山天文台台刊, 5 (1986), 118.
- [3] Arias, E. F., BIH Annual Report for 1987, (1988), D-113.
- [4] Walter, H. G., *Astron. Astrophys.*, 210 (1989), 455.
- [5] Walter, H. G. *Astron., Astrophys. Suppl.*, 79 (1989), 283.
- [6] de Vegt, Chr. et al., Proceedings of A Colloquium on the European Astrometry Satellite Hipparcos, p. 496. (1988).
- [7] Jonston, K. J., Proceedings of A Colloquium on the European Astrometry Satellite Hipparcos, p. 447. (1988).
- [8] Argue, A. N., Proceedings of A Colloquium on the European Astrometry Satellite Hipparcos, p. 439. (1988).
- [9] Hemenway, P. D., Proceedings of A Colloquium on the European Astrometry Satellite Hipparcos, p. 461. (1988).
- [10] Russell, J. L. et al., *Bull of the A. A. S.*, 21 (1989), 1107.
- [11] Lestrade, J. -F., in IAU Symp. No. 129, p. 265, (1988).
- [12] de Vegt, Ch., in IAU Symp. No. 128, p. 25, (1987).
- [13] Froeschle, M. et al., *Astron. Astrophys.*, 116 (1982), 89.
- [14] Hughs, J. A., Report of the Working Group on Reference Frame, IAU XX General Assembly, Baltimore, (1988).
- [15] de Vegt, Chr., in IAU Symp. No. 133, p. 217, (1988).
- [16] Wielen, R., in IAU Symp. No. 133 p. 293, (1988).
- [17] 李东明等, 天文学进展, 8 (1990), 79.
- [18] Nesterov, V. V. et al., Abstracts of Papers of IAU Symp. No. 141, p. 42, (1989).
- [19] Avancove, G. A. et al., Abstracts of Papers of IAU Symp. No. 141, p. 25, (1989).
- [20] Fabricius, C. et al., Abstracts of Papers of IAU Symp. No. 141, p. 25, (1989).
- [21] Corbin, T. E., Communication of Working Group on Star List of IAU Commissions No. 8 & 24, (1989).
- [22] Corbin, T. E. et al., in IAU Symp. No. 133, p. 287, (1988).
- [23] Roser, S. et al., *Astron. Astrophys. Suppl.*, 74 (1988), 449.
- [24] Iasker, B. M. et al., STScI Preprints, No. 357, (1989).
- [25] Recueme, Y., *Mitt. Astron. Ges.*, 48 (1980), 109.
- [26] Fricke, W. et al., *Veröff. Astron. Rechen-Inst., Heidelberg*, No. 32, (1988).

- [27] Fricke, W., *Celest. Mech.*, 36 (1985), 287.
 [28] Li Qi, *Astron. Astrophys.*, 174 (1987), 306.
 [29] 李东明等, 等高方法及其在基本天体测量中的应用, p. 175, 科学出版社, (1983).
 [30] Пиникин, Г. И., в *Проблемы Построения Координатных Систем в Астрономии*, стр. 140, Ленинград, (1989).

(责任编辑 林一梅)

Prospect of Fundamental Astrometry in 90's and the Task of Improving the Stellar Reference System for China

Li Dongming Lu Chunlin Luo Dingjiang
 (Purple Mountain Observatory) (Beijing Observatory)

Abstract

Great and rapid advances are being made for establishment of the celestial reference frame, to which contributions are made from various observational techniques (radio, optical, space and ground-based). In the middle or late 90's, the first high-accuracy radio reference frame with respect to extragalactic sources will be established, and a preliminary link between radio and optical frames will become true.

In China, a good fundation for improvement of the stellar reference system has been laid and some methods and instruments used for observations with special features have been set up. Great contribution can be made to establishment of the celestial reference frame, provided that observational work, data reduction and theoretical analyses can be properly organized.