

恒星三角视差测定的现状和展望

赵 君 亮

(中国科学院上海天文台)

提 要

本文对恒星三角视差这一重要的经典天文工作的现状作了简要的介绍,其中包括从倚数法到底片重迭法在内的各种归算技术的评述和比较,及目前关于影响视差测定精度的各类误差研究结果的说明。最后还讨论了视差测定工作在未来若干年内可能的发展方面。可以预料,随着新的观测手段的应用,到八十年代末,恒星三角视差工作将会在被测星数、测定精度、暗星端范围以及样本完整性等方面取得比较显著的改进。

一、概 况

恒星三角视差的测定,对于天文学许多分支领域的研究有着十分重要的意义。从早期对哥白尼日心体系的强有力支持,到今天宇宙范围内的天体物理学研究,许多方面都直接或间接地同三角视差的测定有关,因而直到今天仍为国际天文界所关心和重视。

回顾历史,最早当推白塞尔于1838年用量日仪首次测到天鹅座61的视差。之后不久,斯特鲁维等人分别测得织女及半人马座 α 的视差,从而开始了直接测定恒星距离的时代。1901年和1910年Kapteyn所发表的最早期的视差表中大部分是用目视观测得到的^[1]。

尽管在十九世纪下半叶已开始采用照相方法,但精度很差。应该说,用照相方法测定恒星三角视差的新纪元,是由史莱辛格于1903年用叶凯士天文台1米口径折射望远镜所做的工作开始的^[2,3]。史莱辛格不仅分析了预期的观测误差,并且成功地制订了一整套观测、量度的纲要和归算方法,以消除或尽可能削弱各种观测误差。1914年史莱辛格在Allegheny天文台开始了视差计划,1925年在他的指导下开始在约翰内斯堡执行南方Yale计划。之后, Van Vleck、McCormick、Greenwich、Cape及Sproul等天文台也相继开始了三角视差的测定计划^[1],从而使恒星三角视差照相测定进入了高潮时期。

到目前为止,先后进行过三角视差测定工作的计有十多个天文台,大量的测定工作是在1963年以前做的。资料发表在恒星三角视差总表^[4]及其补编^[5](GCTSP)中,计有6,400多颗恒星的10,000多个视差数据。1963年以来所增加的视差测定数仅为2,000个左右。表1中给出对视差测定作出主要贡献的十个天文台的一些基本情况(其中美国海军天文台的582个视差是1970年以来发表的结果,并未列入GCTSP之中^[6,7])。

由于许多恒星天文、天体物理方面的研究,尤其是宇宙的距离尺度问题,总是建筑在高

表 1 进行恒星三角视差测定的主要天文台及其基本情况

天文台	经纬度	望远镜	GCTSP 中视差数
Yale	-1 ^h 52 ^m .3 -26°11'	66cm 折射	2,029
Allegheny	-5 20 .0 +40 29	76cm 折射	1,870
McCormick	-5 14 .1 +38 02	66cm 折射	1,899
Cape	+1 13 .9 -33 56	61cm 折射	1,832
Greenwich	+0 01 .4 +50 52	66cm 折射	759
Sproul	-5 01 .4 +39 54	61cm 折射	393
Van Vleck	-4 50 .6 +41 33	50cm 折射	241
Mt. Wilson	-7 52 .2 +34 13	150cm 反射 250cm 反射	471
Yerkes	-5 54 .2 +42 34	102cm 折射	388
USNO	-7 27 .0 +35 11	155cm 反射	(582)

精度三角视差测定的基础上。所以长期以来人们不仅在数量上,而且在精度上为视差测定作出了巨大的努力,其中包括改进归算用的数学模型、误差的分析和研究、研制自动或半自动坐标量度仪,以及各种新技术应用的开发等。可以说,进展是比较可观的。对 GCTSP 所列视差的分析表明,单个视差的平均外部误差为 $\pm 0''.016$ ^[8,9],二十世纪七十年代后期提高到 $\pm 0''.008$ ^[10],现在,个别台站视差的外部精度已提高到 $\pm 0''.005$ 以至更高^[6,11],只及早期误差的三分之一。在视差测定工作中通常用相对误差 σ_{π}/π 的大小来衡量视差测定值的质量。如果我们认为满足 $\sigma_{\pi}/\pi \leq 0.2$ 时的为“好视差”结果,那么在早期 10,000 个视差值中,属于好视差的只有约 300 个(占 3%),而在 1963 年以后测得的结果中好视差数超过一半以上^[11]。这一点对于利用视差结果作进一步的研究是至为重要的,它同样也应归功于视差测定精度 σ_{π} 的提高。

与过去相比,利用同样的望远镜取得好的视差结果,其主要原因之一在于电子计算机的应用。这样,使得在归算和分析工作中有可能采用更为成熟的数学模型来减少各种误差的影响,而这种数学模型所涉及的大量计算在早期视差工作中是无法处理的。视差测定精度提高的另一个重要原因是自动或半自动坐标量度仪的使用,这样不仅可以使单星测量的精度提高,而且可以及时地处理涉及大批恒星的大量天文底片。事实上高精度快速坐标量度仪已成为处理视差资料的必不可少的设备。比如,美国海军天文台(USNO)的半自动坐标量度仪 SAMM 的单星测定误差为 $\pm 1.2\mu$,测量速度提高 5—10 倍,对 USNO 获得高精度($\pm 0''.004$)视差结果作出了重要的贡献^[12]。

二、归算方法的改进

迄今为止所有的视差归算方法都同底片常数的解算有关,其基本方程是:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= AX + BY + C \\ \eta &= DX + EY + F \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

它们表示了天体的标准坐标(ξ, η)与量度坐标(x, y)之间的最简单关系。其中 A, B, \dots, F 即底片常数。另一方面,标准坐标和包括视差 π 、自行 μ 等恒星常数的关系为

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \xi_0 + \mu_\xi \Delta t + \pi P_\xi \\ \eta &= \eta_0 + \mu_\eta \Delta t + \pi P_\eta \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

各种归算方法都是围绕如何解算方程(1)、(2)而展开的。

1. 史莱辛格在开展视差计划的同时,引入倚数法来提高计算效率^[13]。对于当时的计算条件来说,倚数法确实可算一种很好的方法,即使在今天也并非完全失去其应用价值。但是,正因为倚数法不需要对每张底片进行解算,而且对定标星无残差可用,这样就无法在归算中间阶段对各种误差进行有益的分析 and 讨论^[14],而这一点在今天精度日益提高的情况下是十分重要的。倚数法的另一个重要缺点是只能得到目标星的恒星常数,而得不到构成参考系的定标星的恒星常数。另外,也无法利用由定标星坐标和运动所提供的约束条件,从而损失了解算精度^[10,14]。

2. 随着电子计算机以及双坐标量度仪的出现,Turner在上一世纪末提出的底片常数法就变为视差归算中所采用的主要方法。其主要原理是分别利用式(1)就每张底片解算底片常数及标准坐标,然后就全部底片由式(2)求得恒星常数,其中包括目标星的视差。对于式(1)还可以考虑比较复杂的数学模型,比如在右端增加坐标的二次项、星等项、颜色项等补充底片常数。这时需要有比较多的定标星以保证解算稳定,而且应该通过对具体望远镜采用最恰当的数学模型的研究,以取得可能有的最高精度。对于双星运动等情况,方程(2)中可能要增加相应的补充恒星常数。由于电子计算机的应用,即使方程(1)、(2)的形式变得较复杂,对归算也不会带来多大的麻烦。因此,如果只是要求得中央视差星的视差,那么底片常数法是比较好而又简单的方法。另一方面,它的缺点也就是无法取得定标星的恒星常数。同时,由于分别解算式(1)、(2),就无法利用上面提到过的那些约束条件。

3. 为了最大限度利用天文底片所提供的信息,本世纪七十年代初开始提出所谓底片重迭法的新归算方法^[14,15],并已在某些视差工作中予以应用^[15,16],也有人开始考虑简化的问题^[16,17]。

这一方法的基本出发点是同时解算式(1)、(2),即把这两式合并:

$$\left. \begin{aligned} \xi_0 + \mu_\xi \Delta t + \pi P_\xi - (AX + BY + C) &= 0 \\ \eta_0 + \mu_\eta \Delta t + \pi P_\eta - (DX + EY + F) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

对于每张底片上的每一颗恒星可以列出一对式(3),同时解算全部恒星的恒星常数及所有底片的底片常数^[14,18]。由于在底片重迭法中不仅每张底片上的测量结果要与定标星的观测相拟合,而且它们同时还要与所有其他底片上的测量结果相拟合。因此,不仅是定标星,而且所有的恒星都为计算最后归算常数提供了观测方程。这样便能充分利用由定标星的运动和坐标所提供的约束,使得对归算加上了许多附加条件,因而无疑会提高结果的精度^[19]。从最小二乘法的角度上讲,底片重迭法就是带有条件的间接观测平差问题。

底片重迭法严格解算的工作量是极大的。如底片数为 n ,星数为 m ,则在采用最简单的线性底片常数模型(3)时,未知数总数为 $6n + 5m + 15$ 。同时还必须考虑对星等、颜色等效应作必要的处理。再之,如果要利用那些被测星数不齐的底片时,就需进行迭代计算。

4. 归算到星表系统的问题

除了计算工作量庞大之外,严格作底片重迭法解算时因引入约束条件所采用的归算参数带有一定的任意性,这也是该方法的缺点之一。目前所提出的解决办法是把恒星常数归算到某个星表系统,即把测量结果归算到绝对参考系而不是标准底片。迄今还没有任何人开始考虑归算到星表系统的严格非迭代解算。用得最多的乃是迭代解法,收敛得也很快^[16,19,20]。这时,即使对于大型电子计算机来说,计算工作量还是很大的;有时对全部底片需要分组进行处理,精度估算时还要作一些适当的简化^[16]。

纵观归算方法的发展过程,随着计算和测量条件的改进,就有可能采用更为严格的数学模型,这无论对提高视差测定精度、误差分析以及取得尽可能多的信息来说都是有利的。但是,这并不意味着任何视差工作都一律要采取严格的底片重迭解算。如果观测目标明确,只需要求得中心星的视差,那么就可以采用一般的底片常数法。如果底片涉及的历元间隔较长,或定标星有较显著的运动,就应考虑定标星的自行。如测量精度很高,数目又足够的话,应该考虑定标星的视差。如果要取得绝对自行和位置,就应归算到星表系统。这些都要用重迭法来加以解决,尤其对于近期进行的大视场范围的视差巡天工作来说,重迭法解算是不能替代的^[18]。但是应该记住,至少到目前为止,重迭法中只采取线性底片常数模型,高阶项及与星等、颜色有关的项或者认为可以略去,或者可作为已知条件而另行加以改正,对这种看法仍然是存在着异议的^[21]。

三、误差研究的现状

1. 视差误差的来源和分类

视差中的误差按其产生的原因可分为几类,其中包括^[10]:

- (1) 底片露光期间由望远镜和大气光学特性引起的误差,可称为夜间误差。
- (2) 底片显影和冲洗时引起的误差,即药膜位移。
- (3) 视差底片测量过程中的误差,即量度误差和人仪差。
- (4) 测量结果归算处理过程中的误差,包括模型误差及计算取舍误差等。

以上每一种误差源都在不同程度上会引起偶然误差以及系统误差。

随着视差测定工作的开展,人们对于视差测定值的内部精度、外部精度、系统性误差、系统差以及绝对零点这几个方面进行了多方面的深入研究。这对于正确评价和利用现有的视差结果、制定新的视差观测计划以及编制新的视差总表都是很重要的。

2. 内部误差和外部误差

由视差解算所得到的误差称为内部误差,这是方程解算及各次测量残差的副产品,是形式上对精度的某种估算,但仅仅只计入了由一部分原因所引入的误差。比较客观地评价视差测定的精度则需要用到外部误差。如果某星的视差在一个台站前后作了多次的测定,则所得到的视差值应对其真值呈正态分布,其标准差即为理论上的外部误差^[22]。但事实上从来没有做过这样的试验,而是采取一些别的途径。史莱辛格首次通过不同台站视差系列的比较估计视差测定值的外部误差^[23]。Hertzsprung 则假定小视差的分布主要反映了视差的外部误差且应近似服从正态分布,从而得出GCTSP的平均外部误差为 $\pm 0''.016$ ^[24];这一点被后来用比较

严格的方法得到的数值所基本证实^[19]。也有人通过与从测光、分光、运动学以至动力学数据获得的其他视差数值的比较来研究视差的外部误差,其结论大致相同^[25]。尽管有人认为简单地用一个数字来表示视差测定的精度容易令人误解,并明确提出三角视差的精度可以从小于 $\pm 0''.010$ 到大于 $\pm 0''.020$ ^[22],但随着电子计算机及高精度快速坐标量度仪的使用,三角视差测定精度的提高还是很明显的,这一点我们在前面已经提到了。

3. 系统差及台站改正

系统差指系统性误差之差,即不同台站(或不同时间)测得的视差值之间的系统差异^[26],而由此引起的问题是综合各台站视差结果时是否需要考虑台站改正。这方面的工作做得很多,但可以说至今还未得到很好的解决。系统差可以通过不同台站公共观测星视差系列的比较来进行研究,有人则认为更好的办法是同测光视差进行比较^[27]。大量的研究表明,这种台站间的系统差是明显存在的,特别是南、北半球的台站间的差异更为显著^[10,22,28,29,30]。但是,对这种系统差的原因还没有得到令人满意的解决。不仅不同台站观测同一星的视差值可以有很大的差异,而且同一台站复测结果所发现的差异甚至会比异站之间的差异还大^[1]。也正因为如此,台站改正的应用就是一个很为复杂的问题。引起改正的原因可能因站而异,它们可能是时间、温度、坐标、视星等、颜色等因素的函数^[10,31,32]。尽管有人认为即使台站改正的原因不明,在新的视差表中应以某种方式加以考虑^[27],但是倾向性的意见是至少对下一个新视差表应该不要加台站改正^[22,33]。毫无疑问,对这一问题的研究是十分重要的。以往的工作只能是建筑在原有资料的基础上,分析用的样本可能是有偏的。因此,有人提出,要解决这一问题应专门选取一组恒星,这组恒星在星等、颜色、赤经、赤纬上的分布范围应该是很广的,星数要尽可能多,它们的视差应在各个台站反复加以测定^[22]。Van Vleck天文台已开始一项新的视差测定计划,即与委内瑞拉CIDA的66cm折射望远镜合作来研究9个台站间可能有的系统差,尤其是南、北半球台站间的差异^[34]。

4. 系统误差的研究

系统误差指一个台站上视差系列中所表现出来的系统性误差。显然,系统误差同系统差是密切相关的。比如,已经发现了视差随赤经而变化的某种迹象,它必然也会在系统差上反映出来^[22,30]。

近年来人们还开始研究由 x 、 y 两个方向所测得的视差值间的系统性关系。以前,主要由于视差因子的关系,通常只发表赤经方向求得的视差值 π_x ,而视 π_y 于不顾。这一状态最近已开始有所改变。研究表明^[35,36],尽管一般说来 π_y 的精度比 π_x 差,甚至有时两者的精度相差悬殊。但是, π_y 与 π_x 有同样的质量,即 π_y 对 π_x 是无偏的,从统计上讲有 $\pi_y = \pi_x$ 。因而人们建议全部天文台应该发表 π_x 、 π_y 的结果,并取它们的加权平均值为最后结果^[36]。

对于由赤经、赤纬所得视差之差 $\Delta\pi = \pi_x - \pi_y$ 的分析表明, $\Delta\pi$ 可能存在着随赤经而变化的系统误差^[37,38,39]。

5. 零点改正

这是指视差星表(如GCTSP)所得绝对视差系列的系统偏差。许多人已指出GCTSP给出的绝对视差具有零点误差^[29,30,40],但所得的结果并不一致。导出零点改正的方法之一是把三角视差同分光或测光视差相比较,这时实际上还得考虑恒星测光标度可能有的误差。所以最好

的办法是使视差星表脱离分光 and 测光视差。零点改正的问题在将来也许可以根据用大望远镜所作的观测来作出最好的测定。因为大望远镜所用的定标星比较暗，可以更准确地估计出它们的平均视差^[22,40]。

四、三角视差工作的展望

1. 空间天体测量

与三角视差工作有关的有两项空间计划，即欧洲空间局的 Hipparcos^[41] 卫星及美国的空间望远镜^[42]。

现在计划于 1986 年发射的 Hipparcos 天体测量卫星上将安装有口径 20cm 的折射望远镜，计划工作 2.5 年。把约有十万颗在全天近乎均匀分布的恒星^[41] 作为视差观测对象，极限星等 13 等，大部分亮于 11 等，其中包括亮于 9 等的全部 6 万颗恒星^[43]。预期三角视差测定的平均精度为 $\pm 0''.002$ ，具体情况随星等、黄纬的不同而略有不同，变化范围在 $0''.001—0''.005$ 之间。这要比现有地面观测视差的典型测定精度提高 5 倍左右，而有好视差的范围可以扩大 100 倍以上^[41,44]。

美国的空间望远镜主镜口径为 2.4 米，10 秒钟积分时间可观测到 17 等星。计划 1986 年底发射，15% 的时间用于天体测量，预计 5 个观测历元 25 次观测的视差测定精度优于 $\pm 0''.001$ 。空间望远镜用于测定暗天体的相对视差，而 Hipparcos 则测定较亮天体的绝对视差，因而这两项计划进行恰当的配合是很重要的^[42,45]。

2. 反射望远镜的应用

反射望远镜用于视差测定的工作可追溯到 1915 年，当时威尔逊山天文台在 Van Maanen 主持下用 1.5 米镜得到第一批 25 个视差值；2.5 米镜建成后也做了这方面的工作。二次大战结束时共公布了 541 个视差。1946 年 Van Maanen 去世后这项工作即告中断^[12]。1964 年 4 月美国海军天文台经过四年的努力后，1.55 米望远镜投入使用，开始用于测定三角视差，至今共发表了 582 个视差结果^[6,7]。视差测定的平均精度为 $\pm 0''.0039$ ^[6]，应该说是十分令人满意的。事实上，把早期威尔逊山的工作与用长焦距折射望远镜所得结果相比，其系统差异为 $0''.002$ ^[12]，这也说明了两种不同类型望远镜用于三角视差测定可以取得同样好的精度。因此，可以说人们已不再担心在视差工作中利用反射望远镜能否取得可靠的结果。相反，大口径反射望远镜的应用，为测定暗星三角视差提供了广阔的前景。海军天文台的视差工作已得到天文界的好评。应该指出的一点是，尽管利用折射望远镜作地面观测的恒星个数比 Hipparcos 卫星来得少，但至少可以有相同的精度。这样将有助于对未来新的空间天体测量结果作出客观的评价，而两者联合起来也有助于把相对视差化为绝对视差的定标工作^[46]。事实上人们已开始考虑地面视差观测计划与 Hipparcos 及空间望远镜计划的配合问题。卫星观测并不能代替现有的地面观测，而应该是互相补充，因为地面观测可以扩展到更暗的视星等^[46]。

上海天文台正在建造中的 1.56 米天体测量望远镜将主要用于恒星三角视差的测定。由于采取了合理的光学设计方案，预计可以对 17 等暗星进行三角视差测定^[47]。

3. CCD 技术的应用

CCD技术出现后,在天体测量领域里也取得了它应有的地位。最近,美国基特峰天文台已发表了世界上第一批用4米反射望远镜加上CCD测定恒星三角视差的结果^[49]。这项工作从1980年7月开始,第一批测得11个视差值,其中较好的三个视差值的精度为 $\pm 0''.002$ 左右。与经典方法所得结果(两颗星)相比,差异平均为 $0''.005$ 左右。由此初步说明利用CCD技术所得到的视差可以有很高的内部和外部精度。CCD技术的一个缺点是视场小,基特峰台CCD的视场为 $1'.2$,因而往往因为找不到足够的定标星而失去许多观测对象。但是利用CCD进行视差测定的时间利用率很高,比如基特峰台4米镜加上CCD单次观测25分钟时间的权重可以与海军台1.55米镜四次1小时底片露光结果相比^[49],这一点对于视差测定工作是很重要的。目前,美国海军天文台也正在考虑把CCD用在1.55米望远镜上以测定三角视差的计划^[47],估计单次观测的精度将可达到 $0.3-0.5\mu$ ^[50]。

4. 视差巡天

在视差工作中,挑选可能是近距星的对象时通常都以大自行作为主要判据,因而被观测的样本实际上是有偏的,即偏重于近距星中的高速星^[16],这就给研究恒星局部动力学以及空间分布等问题带来了严重的限制。尽管在近二十年来已经采用光谱作为判断依据,但是严格来说只有进行视差巡天才能最终解决这一问题。这一点在史莱辛格时代是无法设想的。

现在,随着快速自动坐标量度仪的出现和电子计算机的应用,人们开始做这方面的工作,并发表了初步结果^[16]。格林尼治天文台利用UK施密特望远镜和Galaxy坐标仪对南银极附近天区900多颗星的初步分析表明,单次测量精度为 $\pm 1.1\mu$,视差的外部误差为 $\pm 0''.018$ 。对于这类工作必须用底片重迭法来进行归算,才可取得全部恒星的天体测量信息。因此,即使使用了自动坐标量度仪及电子计算机,工作量仍然十分巨大。目前格林尼治天文台的这项工作仍在进行之中。

* * *

随着现代科学技术的进展,经典的恒星三角视差测定工作已从传统的照相底片开始向电子记录技术发展,从单一的长焦距折射望远镜发展到利用大口径反射望远镜,因而有可能测定暗星的视差及开展视差巡天工作,在八十年代中还将从地面观测发展到空间观测。目前,Yale台已在考虑修订新的视差总表^[22,51]。可以预期,到八十年代末期,恒星三角视差工作无论从被测视差星的数量、测定精度、暗星端的范围以及样本完整性等方面,都将会有相当大的改善和提高;而这一点对于恒星天文、天体物理领域内许多方面的研究无疑是十分重要的。

参 考 文 献

- [1] Vasilevskis, S., *Ann. Rev. A. Ap.*, **14** (1966), 57.
- [2] Schlesinger, F., *Ap. J.*, **32** (1910), 372.
- [3] Schlesinger, F., *Ap. J.*, **33** (1911), 8, 161, 234, 353.
- [4] Jenkins, L. F., *General Catalogue of Trigonometric Stellar Parallaxes, Yale University Observatory, New Haven* (1952).
- [5] Jenkins, L. F., *Supplement to the General Catalogue of Trigonometric Stellar Parallaxes, Yale University Observatory, New Haven*(1963).
- [6] Harrington, R. S. & Dahn, C. C., *A. J.*, **85** (1980), 454.
- [7] Dahn, C. C. et al., *A. J.*, **87** (1982), 419.

- [8] Hertzprung, E., *Observatory*, 72 (1952), 242.
- [9] Uppgren, A. R. & Carpenter, K. G., *A. J.*, 82 (1977), 227.
- [10] Uppgren, A. R., *Vistas in Astronomy*, 21 (1977), part 3, 241—264.
- [11] Uppgren, A. R., *Mercury*, IX (1980), 143.
- [12] Strand, K. Aa., *Proceedings of the Astrometric Conference held in connection with the Dedication of the 41-inch Astrometric Reflector of the Observatory of Torino* (1974), p.21.
- [13] Schlesinger, F., *Ap. J.*, 33 (1911), 161.
- [14] Eichhorn, H. & Jefferys, W. H., *Publ. Leander McCormick Obs.*, 16 (1971), 267.
- [15] Eichhorn, H. & Russell, J., *MNRAS.*, 174 (1976), 679.
- [16] Murray, C. A. & Corben, P. M., *MNRAS.*, 187 (1979), 723.
- [17] Jefferys, W. H., *A. J.*, 84 (1979), 1775.
- [18] Russel, J., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 355.
- [19] 王家骥, *天文学报*, 24 (1983), 166.
- [20] Gatewood, G. & Eichhorn, H., *A. J.*, 78 (1973), 769.
- [21] Vasilevskies, S. et al., *Lick Parallax Program* (1975), *University of California, Santa Cruz, Publications of the Lick Observatory*, Vol. XXV, part V.
- [22] Lutz, T. E., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 7.
- [23] Schlesinger, F., *A. J.*, 38 (1928), 189.
- [24] Hertzprung, E., *Observatory*, 72 (1952), 242.
- [25] Schmidt-Kaler, T., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 55.
- [26] van de Kamp, P., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 75.
- [27] Nørgaard-Nielsen, H. U., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 51.
- [28] Heck, A., *Vistas in Astronomy*, 22 (1978), 221—264.
- [29] Turon-Lacarrien, C. & Crézé, M., *A. Ap.*, 56 (1977), 273.
- [30] Nørgaard-Nielson, H. U., *A. Ap.*, 59 (1977), 203.
- [31] Strand, K. Aa., *A. J.*, 63 (1958), 152.
- [32] Lippincott, S. L., *A. J.*, 62 (1957), 55.
- [33] van Altena, W., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 79.
- [34] Uppgren, A. R., *Bull. American Astron. Soc.*, 10 (1978), 358.
- [35] Lutz, T. E. & Uppgren, A. R., *A. J.*, 85 (1980), 1390.
- [36] Scales, B. G. F. & Zhao, J. L. (赵君亮), *MNRAS.*, 208 (1984), 427.
- [37] Lippincott, S. L., *Publ. Leander McCormick Obs.*, 16 (1971), 99.
- [38] Thomas, D. V., *MNRAS.*, 161 (173), 335.
- [39] 赵君亮, *天文学报*, 24(1983), 284
- [40] Gliese, W., *Quart. J. Roy. Astron. Soc.*, 13 (1972), 138.
- [41] Invitation for Proposals Contributing to the Observing List for the ESA Space Astrometry Satellite Hipparcos, *European Space Agency*, (1981).
- [42] Duncombe, R. L. et al., *The Space Telescope Observatory*, 114, (1982).
- [43] Hog, E., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 557.
- [44] Murray, C. A., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 42.
- [45] van Altena, W., *IAU Colloquium No.48*, (1978), 561.
- [46] Westerhout, G. & Hughes, J. A., *The Scientific Aspects of the Hipparcos Mission, Proceedings of an International Colloquium held at Strasbourg*, 22—23, Feb. 1982.
- [47] 朱能鸿等, *天体测量学术讨论会论文集*(1980), p.61.
- [48] Uppgren, A. R., *Bull. American Astron. Soc.*, 15 (1983), 569.
- [49] Monet, D. G. & Dahn, C. C., *A. J.*, 88 (1983), 1489.
- [50] Westerhout, G. & Roberts, C. K., *Bull. American Astron. Soc.*, 15 (1983), 459.
- [51] Uppgren, A. R. & Breakiron, L. A., *A. J.*, 86 (1981), 776.

The Current Situation of Determination of Trigonometric Stellar Parallaxes and Its Perspective

Zhao Junliang

(*Shanghai Observatory, Academia Sinica*)

Abstract

The current situation on determination of trigonometric stellar parallaxes, an important classical astronomical investigation, is briefly described, including reviews on different reduction methods from the dependence technique to the overlap technique, the comparison among them, and the description of results from present studies on various kinds of errors which influence accuracies of parallax determination. The paper here is concluded with the discussion on the perspective of parallax determination in years to come; it may be expected that as new observational means are coming into wide use, determination of trigonometric stellar parallaxes will be significantly improved in the number of parallaxes determined, the accuracy of parallax determination, the observation of stars with fainter visual magnitude and the completeness of parallax sample toward the end of 1980's.