

# 较差VLBI测量及其应用

罗时芳

(中国科学院上海天文台)

## 提 要

较差 VLBI 测量用于观测方向相距很近的射电源, 相对定位精度能达到亚毫角秒量级。本文介绍较差 VLBI 测量原理及其在天体测量和天体物理中的应用概况。

## 一、引 言

较差 VLBI 测量是对天空中方向相距很近的两个射电源进行 VLBI 观测, 将所得的观测测量相减而得到较差观测测量。对较差观测测量进行分析处理, 得到天体测量和天体物理所需要的信息。较差 VLBI 测量的优点是能获得较高的测量精度, 缺点是数据处理比较复杂, 而且观测目标较少。

众所周知, VLBI 测量是利用地面上相距很远的两架射电望远镜同时观测遥远的射电源发出的无线电辐射, 当射电信号通过离散介质传播时, 便分为群速度和相速度, 从而得到群延迟和相位延迟观测测量, 这两种观测测量都是从原始的 VLBI 观测资料相关处理后的条纹相位求得。

相延迟为条纹相位  $\phi$  与观测角频率  $\omega$  之比。存在的模糊度为  $n/f$  ( $f$  是观测频率)。在厘米观测波段, 模糊度约为  $0.1\text{ns}$ , 因而很难分辨和消除。故在天体测量和大地测量应用中, 常常不使用相位延迟观测测量。

群延迟为条纹相位  $\phi$  对观测角频率  $\omega$  的微分, 理论上不存在模糊度问题。但为了提高测量精度, 技术上采用了综合带宽方法, 即观测带宽在离散频率上取样, 这样使群延迟产生了模糊度为  $n/\Delta f_{\min}$ 。  $\Delta f_{\min}$  为最小的频率间隔, 由于  $\Delta f_{\min} \ll f$ , 所以群延迟的模糊度比相延迟的模糊度要大得多。对 MK III 记录系统, 群延迟的模糊度大约为  $100\text{ns}$ , 因而很容易从资料中加以分辨和消除。故天体测量和测地学应用中常使用群延迟观测测量, 但相位延迟的精度好于群延迟。

进行 VLBI 较差测量, 两种观测测量都能利用, 以便对观测结果进行校核。但当利用相位延迟时, 必须利用相位延迟率来初步消除相位延迟中的模糊度, 联接不同瞬间的观测测量, 使较差测量的归算和数据处理比较复杂。

由于较差 VLBI 测量观测空间方向上相距很近的两个射电源, 观测时天线的指向相似,

故射电信号在近似相同的方向上通过大气层,因而较差观测量能很大程度上消除大气模型所引起的误差和仪器误差,使相对定位精度好于 1 个毫角秒(mas)。从而 VLBI 技术得以应用在测量银河系内射电源的三角视差和自行,估计河外射电源的相对自行和距离上限,测定双重或多重射电源各分量之间的运动和位置变化,以及验证引力透镜效应等。

本文将介绍较差 VLBI 测量原理和它的应用等。

## 二、较差 VLBI 测量原理<sup>[2]</sup>

对射电源进行 VLBI 观测,得到的相位延迟  $\tau(t)$  为:

$$\tau(t) = \tau_g + \tau^{pm} + \tau^{in} + \tau^s + \frac{n}{f} + \varepsilon \quad (1)$$

其中  $\tau_g$  为几何相位延迟,  $\tau^{pm}$ ,  $\tau^{in}$  分别为大气、仪器产生的相位延迟,  $\tau^s$  为源结构改正,称为结构延迟,对不可分解的点源,如河内射电星、脉冲星的观测,此项可以略去。 $n/f$  为相位延迟的模糊度,  $\varepsilon$  为观测误差。当观测两颗方向上靠得很近的射电目标时(距离小于  $1^\circ$ ),得到它们的差分相位延迟,又称较差相位延迟。由(1)可见,较差观测中  $\tau^{pm}$  和  $\tau^{in}$  基本相等,因而较差相位延迟中主要包括较差几何延迟和较差结构相位延迟。较差结构延迟由天体物理学方法求得并加以改正。较差的几何延迟可用(1)式中的几何延迟  $\tau_g$  展开求得:

$$\tau_g = \frac{B}{C} [\cos D \cos \delta \cos(A + \Omega t - \alpha) + \sin D \sin \delta] \quad (2)$$

其中  $c$  为光速,  $B$  为基线长度,  $A$ ,  $D$  分别为基线赤经和赤纬,  $\alpha$ ,  $\delta$  为射电源的赤经和赤纬。对(2)式展开至两个射电源赤经差和赤纬差的二次项,则有

$$\begin{aligned} \Delta \tau_g = & \frac{B}{C} \left\{ \cos D \sin(A + \Omega t - \alpha) * (\Delta \alpha \cos \delta - \Delta \alpha \Delta \delta \sin \delta) \right. \\ & - \cos D \cos(A + \Omega t - \alpha) * (\Delta \delta \sin \delta + \frac{1}{2}(\Delta \alpha^2 + \Delta \delta^2) \cos \delta) \\ & \left. + \sin D \left[ \Delta \delta \cos \delta - \frac{1}{2} \Delta \delta^2 \sin \delta \right] \right\} + O \left\{ (\Delta \alpha)^3, (\Delta \delta)^3, \dots \right\} \quad (3) \end{aligned}$$

由(3)式可见,当基线参量  $A$ ,  $D$ , 参考射电源坐标  $\alpha$ ,  $\delta$ , 地球自转参数  $\Omega$  等精确已知时,从观测量  $\Delta \tau_g$  中就能求得被测源的相对坐标  $\Delta \alpha$ ,  $\Delta \delta$ 。

在一年中不同历元测定同一射电目标的相对参考源的位置,则可测定该射电目标的视差。在相隔较长的不同历元对同一射电目标进行 VLBI 观测,则可测定该射电目标的相对自行。对多重分量的射电源进行不同历元的较差 VLBI 测定,则不但能研究核的自行和视差,还能研究分量的运动和演化。此外,引力透镜作用而形成的类星体的像相距十分接近,利用较差 VLBI 测定像的相对距离及其变化是研究引力透镜模型的有效方法,并为测定宇宙常数之一的哈勃常数  $H_0$  提供资料。

(3)式是较差 VLBI 测量的基本公式。

### 三、较差 VLBI 测量对模型误差的灵敏度

本节采用半定量的近似方法，讨论较差 VLBI 方法测定源相对位置时所采用的模型参数误差的反应。主要考虑极移  $x$ ,  $y$  和世界时 UT1 的误差，基线长度  $B$  的误差和参考源坐标  $\alpha$ ,  $\delta$  的误差。

地球自转参数，包括地极坐标  $x$ ,  $y$  和世界时 UT1 的误差  $dx$ ,  $dy$ ,  $dUT1$  会引起基线赤经、赤纬的变化  $dA$ ,  $dD$ ：

$$\left. \begin{aligned} dA &= dUT - (dx \sin A + dy \cos A) \operatorname{tg} D \\ dD &= dx \cos A - dy \sin A \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

由(3)式可得，它们对用较差方法估计  $\Delta\alpha$  和  $\Delta\delta$  的影响为：

$$\left. \begin{aligned} d\Delta\alpha &\approx (\Delta\alpha \operatorname{tg} D dD - \Delta\delta \operatorname{tg} \delta dA \\ d\Delta\delta &\approx \Delta\delta \operatorname{tg} D dD + \Delta\alpha \operatorname{ctg} \delta dA \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(5) 式中的  $dA$ ,  $dD$  由(4)式表示。由此可见，当观测用的基线为东西向时， $D=0$ ，极坐标  $x$ ,  $y$  的误差对  $\Delta\alpha$  和  $\Delta\delta$  的确定没有影响；当观测的射电源赤纬近  $45^\circ$  时，UT1 的误差对估算  $\Delta\alpha$ ,  $\Delta\delta$  的影响大致相等。

基线长度误差为  $dB$  时，对测定  $\Delta\alpha$  和  $\Delta\delta$  的影响为：

$$\left. \begin{aligned} d\Delta\alpha &= -\Delta\alpha \frac{dB}{B} \\ d\Delta\delta &= -\Delta\delta \frac{dB}{B} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

由(6)式可见，若基线长度误差一定，基线越长，则基线相对误差  $dB/B$  越小，对用较差 VLBI 方法测定射电源相对位置是有益的。然而，基线越长，受到其他误差的影响也越多，通常在测地学中，基线越长，基线的长度误差也越大。目前对几千公里基线的多次测量，基线长度的测定精度在  $\pm 10$  厘米以内。

参考源位置  $\alpha$ ,  $\delta$  的误差对估算  $\Delta\alpha$ ,  $\Delta\delta$  的影响近似写为：

$$\left. \begin{aligned} d\Delta\alpha &\approx \Delta\alpha \operatorname{tg} \delta d\delta - \Delta\delta \operatorname{tg} \delta d\alpha \\ d\Delta\delta &\approx \Delta\delta \operatorname{ctg} \delta d\delta + \Delta\alpha d\alpha \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

由(7)式可见，较差 VLBI 方法用于测定赤道附近的目标时，参考源的赤经、赤纬误差对目标源赤经测定没有什么影响，但对目标源的赤纬测定影响最大。而且，对任何天区的射电源赤纬的相对测定中，参考源的赤经误差影响总是存在。

总的说来，较差 VLBI 观测较适用于利用东西向基线，对中等赤纬的目标源进行相对定位，而基线长度需经过 VLBI 天体测量观测精密测定，以便在估算目标源的  $\Delta\alpha$  和  $\Delta\delta$  时避免基线误差的影响。但是，为了得到较好的 U-V 覆盖，常常组成多天线网进行观测。模型误差的影响是不可避免的。通常利用选择观测台站和观测纲要来减小模型误差影响。

## 四、较差 VLBI 的应用

### 1. 射电源自行和视差(距离)的测定

天体距离的测定是研究天体运动的最基本的物理量。天体的空间速度、光度、大小、质量等物理量的测定都与天体的距离有关。对银河系内天体及其集团距离的测定是研究银河系结构的基础。河外天体及其集团距离的测定是研究宇宙大尺度结构的基础。

长期以来,天文学家用各种方法测量天体的距离。例如,对太阳系附近的近距恒星,测定它们的三角视差。对非常遥远的星系,则采用谱线测量,根据谱线红移测定星系的距离。其他还有变星法、亮星法、平均视差、分光视差等等。然而,三角视差和平均视差方法是银河系内恒星及其集团距离测定的基础。它不仅可直接得到恒星的距离,还为其他距离测定结果定标。

可是,光学三角视差和平均视差的测定受到定位精度的限制。到目前为止,利用三角视差方法测定天体的距离被限制在 100 pc 范围内。

射电源是宇宙中能在米、分米、厘米、毫米波段发出辐射的天体。由于射电波的穿透能力较强,利用射电望远镜能观测更遥远的天体。目前观测的射电源分银河系内射电源和河外射电源两大类。河内射电源主要有射电星,脉冲星,星际分子脉泽等,河外射电源主要是活动星系核和类星体。

#### (1) 河内射电源的自行、视差测定

星际分子距离的测定对研究恒星结构与演化及银河系结构等具有重要意义。关于利用 VLBI 技术测定脉泽源的距离已有详细论述<sup>[1]</sup>。

射电星是银河系内既发射连续射电波又发射光波的天体。猎犬 RS 型双星(缩写为 RS CVn)是最活动的射电星。由于它们距地球一般小于 100 pc,角大小在 1—3mas(毫角秒),正好在 VLBI 的角分辨范围。但它们的强度较弱,一般小于 0.1Jy。往往要大天线组网,甚至和甚大阵(Very Large Array,缩写 VLA)组网进行观测。利用 VLBI 技术观测射电星有双重目的。其一是天体物理学需要了解射电星的大小、亮温度和成图,以研究它们内部的高能物理活动。提供研究晚型星的能量来源和演化过程。其二,天体测量学的目的是利用射电星既是射电源又是光学源的物理特征,能同时在光学系统和射电系统内进行定位,将光学恒星空固参考系与河外射电源参考系联接起来,研究恒星参考系的旋转和运动,这对研究银河系的运动和演化,测量射电星的自行和距离就十分重要。到目前为止,在银河系中已观测到有 30 多颗射电星,它们大多是有射电辐射的密近双星系统。但利用 VLBI 技术进行定位的只有 12 颗。其中包括 RS CVn 型射电星 9 颗,一颗大陵型星和两颗 X 射线星。主要原因是射电星的射电流量较弱,随时间变化很大,只有当射电爆发时才能观测到,有时爆发经历几天,有时只有几小时。而且当前缺少作为射电星相对定位的参考河外源,使得利用较差 VLBI 测定射电星相对定位就更加困难。唯一的实例是在 1984 年 10 月 11 日对大陵五和参考源 MN0309+41 的较差 VLBI 观测<sup>[1]</sup>。

大陵五总的流量密度为 4mJy,甚大阵参加组网观测;另两个天线为 Greenbank 和 Owens

Valley 两个站的大天线, 观测频率为 4.9GHz(6cm 波长), 有效相干积分时间是 4.2 小时。

脉冲星是银河系内发射有规律的射电脉冲的天体, 据研究它起源于中子星, 周期在 1.56 毫秒到 4.3 秒之间, 脉冲周期十分稳定。特别是毫秒脉冲星, 已被国际上建议作为最稳定的频标。它的周期变率为  $1.24 \times 10^{-18}$  秒/秒<sup>[3]</sup>, 也就是说大约经过 32 亿个世纪, 以毫秒脉冲星作频标的钟才会差上 1 秒。脉冲星与超新星爆发有密切关系, 常在超新星遗迹中发现脉冲星。因而脉冲星的观测受到天体物理学家的注意。脉冲星的视差(距离)和自行特别有用, 与利用色散测量得到的距离相配合并利用自行能求得它们的空间速度, 最终可研究脉冲星的运动特性。利用三角视差和色散测量距离结果的比较, 能求得脉冲星到太阳系之间的平均电子密度。当利用中性氢的观测测定河外星系的距离时, 就可利用已知的太阳系周围的平均电子密度对河外星系的距离测定值进行校准。

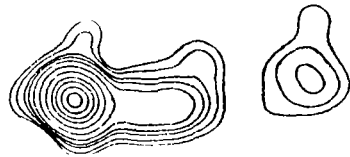
目前已发现的河内脉冲星有 400 多颗。已作过较差 VLBI 定位的脉冲星仅有 4 颗<sup>[4,5]</sup>。

为清楚起见, 我们将已作过较差 VLBI 定位, 测定过自行和视差的河内射电源(包括射电星和脉冲星)简况列在表 1。

## (2) 河外射电源相对自行和距离的测定

河外射电源主要包括类星体和活动星系核, 它们都是非常遥远的天体, 据谱线红移测得的自行距离(proper-motion distance) 大约在 Gpc(1Gpc =  $10^9$ pc) 尺度上(利用  $H_0 = 60 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ , 和  $q = 1$ ), 被认为是建立天球惯性参考系的最理想目标。可是, 很多河外射电源有多重分量。由 VLBI 成图观测得知, 多重分量的射电源是由核和喷流组成, 分量就是喷流。核有其本身的运动, 各分量也有各自的运动。天体物理学家利用 VLBI 成图方法研究喷流的运动, 发现了视超光速现象。利用较差 VLBI 测量, 测定多重分量射电源相对单分量射电源的位置变化, 不仅能得到更可靠的射电源各分量的运动信息, 而且能得到核的相对自行, 至少可以求得相对自行的上限。典型的应用目标是射电源 3C345<sup>[6]</sup>。

3C345, 红移  $Z = 0.595$ , 对应的自行距离为 2.2Gpc。其结构如图 1 所示。由图可见, 3C345 由核和分量组成。对不同的观测频率, 分量的可见程度不同。



从 70 年代初起, 已经利用较差 VLBI 方法对 3C345 进行过多次观测(列在表 2)<sup>[6]</sup>。但 70 年代的观测, 由于参加的台站少, U-V 覆盖较差, 不能得到较好的结构图。如用于分量的自行测定, 则会有较大的误差。1980 年以后的观测有良好的成图条件, 而且观测精度也高, 不仅用于测定核的自行和视差, 也用于测定分量即喷流的运动。参考源选用 NRA0512, 它与 3C345 相距  $0^\circ.5$ , 是不可分解的致密源, 红移  $Z = 1.67$ , 对应于自行距离为 3.1Gpc。相对来说, NRA0512 比 3C345 更遥远些。它们确切的距离至今仍是个谜。

利用 70 年代和 80 年代初的 9 次较差 VLBI 测量, 用最小二乘法求得, 3C345 的核相对于 NRA0512 的平均自行为:

$$\mu_{\alpha} = -12 \pm 8 \mu\text{as}/\text{年}$$

$$\mu_{\delta} = -28 \pm 21 \mu\text{as}/\text{年}$$

式中负号表示赤经、赤纬减小的方向。

由此求得的相对切向速度分量为

$$v_{\alpha} = -0.4 \pm 0.3$$

$$\mu\delta = -1.0 \pm 0.7 (\text{单位} = \text{光速 } c)$$

表 1 较差测量观测的河内射电源

河内射电源	$\alpha(\text{J2000.0})$	$\delta(\text{J2000.0})$	参考源
脉冲星 PSR0329+54	3 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 59.3 <sup>s</sup>	54° 34' 43".7	0355+508
脉冲星 PSR0823+26	8 23 50.5	26 47 18.2	0822+272
脉冲星 PSR0950+08	9 50 30.5	8 09 45.1	0938+119
脉冲星 PSR1133+16	11 36 3.3	15 51 02.6	1119+183
射电星 Algol	3 8 10.1	40 57 20.4	MN 0309+41

表 2 3C345 的较差观测简况

编号	VLBI系统	观测历元	观测时间, (小时)	观测频率(GHz)[波长(cm)]	观测网*
1	Mark I	1971.77	5.4	7.9 3.8	D-K
2	Mark I	1972.36	5.8	7.9 3.8	D-K
3	Mark I	1972.51	3.9	7.9 3.8	D-K
4	Mark I	1974.33	3.6	7.9 3.8	D-G-K
5	Mark II	1980.57	5.9	2.3/8.4 13/3.6	B-F-K-O-S-T
6	Mark II	1981.20	5.5	2.3/8.4 13/3.6	B-F-O-S
7	Mark II	1981.43	15.8	10.7 2.8	B-F-G-K-O
8	Mark II	1981.45	10.5	2.3/8.4 13/3.6	E-F-K-O
9	Mark II	1982.96	12.0	2.3/8.4 13/3.6	E-F-K-O-S-T

观测网代码:

D—Goldstone, 64m(天线口径)

K—Westford, 37m

G—Green Bank, 43m

B—Effelsberg, 100m

F—Ft, Davis, 25m

O—Big Pine, 40m

S—Onsala, 25m

T—Onsala, 20m

E—Westford, 18m

由于观测历元的跨度不够长, 目前期观测精度较低。因此, 这些数值本身没有很大意义, 但从目前所求得的精度看出, 3C345的相对自行上限为  $|\mu_{\alpha}| < 20 \mu\text{as}/\text{年}$ ,  $|\mu_{\delta}| < 50 \mu\text{as}/\text{年}$ , 并根据宇宙论的模型, 可求得河外射电源的距离下限。这样求得 3C345 的距离下限为 40Mpc, NRA0512 的距离下限为 50Mpc。

其他候选的射电源对为 3C273B 和 3C279, 3C84 和 Algol, 及 VRO422201 和 3C418<sup>[1]</sup>。

最近的河外活动星系为 M81。自行距离约为 3Mpc。如能对它进行跨度为 10 年以上的两个历元较差 VLBI 观测, 就能得到对于更远的河外星系的自行距离的知识, 这对宇宙结构的研究很有意义。

## 2. 类星体间相对距离的测定<sup>[7]</sup>

类星体对 1038 + 528A 和 B 具有适合较差 VLBI 观测的条件: 两源相距  $33''$ , 目视星等分别为  $17^m.5$  和  $18^m.5$ , 红移量分别为 0.678 和 2.296, 对应于自行距离为 2.2Gpc 和 3.5Gpc。可利用较差 VLBI 观测测定 1038 + 528B 相对于 A 的距离并研究距离的变化。

由于类星体对 1038 + 528A 和 B 是结构源, 较差观测组网进行, 获得较好的 U-V 覆盖。所以观测资料也用于射电源成图, 以研究类星体结构的变化。从 1979 年至 1983 年, 对 1038 + 528A 和 B 共进行了四次较差 VLBI 测量, 分别求出它们在 3.6cm 和 13cm 波长观测时的位置差, 从观测结果中发现: 对不同的观测波长, 1038 + 528A 和 B 之间的距离不完全相等。在 13cm 观测波段所得的距离小于在 3.6cm 波段观测所得的距离。这个发现对射电源相对定位时可能存在的系统差来源提供了一种解释。由于观测历元的跨度不够长, 还未求出它们之间相对距离的变化。

## 3. 引力透镜现象的探测和研究<sup>[8]</sup>

相对论认为, 遥远的类星体的射电辐射, 受前景星系团的巨大引力场影响而发生偏折。从地面上进行观测, 将能发现它的相距不远的两个以上的像。前景星系团起着透镜的作用, 这就称为引力透镜现象。引力透镜成的像通常相距不远, 是较差 VLBI 观测的合适目标。

双类星体 Q0957 + 561A 和 B 被认为可能是一个类星体的两个像。它们相距  $6''$ , 两个源有相同的发射谱和吸收谱。两者的红移都为  $Z = 1.44$ , 目视星等均为 11 等。经过深空光学探测了解到, 引起成像的透镜天体为一个星系团。其中最亮的成员称为 G1, 它是 cD 型的巨型椭圆星系, 红移  $Z = 0.36$ 。若给出星系团的质量分布模型, 理论上能求得由星系团成的像的位置及对像的放大。反过来, 若有了类星体像的相对位置测量结果和它们的亮度分布图, 就能研究星系团的结构和引力透镜成像模型和理论, 并由此估计哈勃常数。

1979 年, 1980 年, 1981 年曾三次对双类星体 Q0957 + 561A 和 B 进行了较差 VLBI 观测。得到它们的亮度分布图和相对位置<sup>[4]</sup>, 从它们的流量密度和亮度分布图的比较, 进一步证实了它们是同一类星体的两个像, 并试图探索第三个像的存在。

另一个引力透镜系统是 2016 + 112A 和 B<sup>[9]</sup>, 两像相距  $3''.4$ , 两者红移为  $Z = 3.2733$ , 相对于自行距离为 3.54Gpc。作为起透镜作用的前景椭圆星系的红移约 0.8, 对应的自行距离为 2.1Gpc。在 1984 年 6 月 1 日, 利用美国和欧洲共 7 个台站 MK III 和 MK II 系统进行了较差 VLBI 观测, 进一步证实了这个透镜系统, 并探测了第三个像的存在。

其他有可能是透镜系统的射电源有 0023 + 171 和 1042 + 178<sup>[10]</sup>。

## 五、总结和 建议

较差 VLBI 测量从 VLBI 实验成功以来就受到重视。从以上的介绍可以看出, 较差 VLBI 方法既需要天体测量的知识, 又需要天体物理方面的知识, 是天体测量学和天体物理学的综合应用, 也是开展两学科合作研究的目标之一。

我国天体测量界长期以来与测地学界联系密切, 在地球自转变化等地球动力学研究方面取得了相当的成就。VLBI 空间测地技术和分析处理, 近年来也在我国得到了发展。建议随

着我国 VLBI 网的建成和发展, 随着我们与国际 VLBI 网联合观测能力的加强, 要努力开展较差 VLBI 测量方法的应用课题, 开拓我国天体测量学与天体物理学密切联系的新局面。

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Lestrade, J. F., in 'Proceedings of IAU Symposium No. 129, p. 323, (1988).
- [ 2 ] Shapiro I. I. et al., *A. J.*, 84 (1979), 1459.
- [ 3 ] 李启斌, 天文学进展, 1 (1983), 29.
- [ 4 ] Gwinn, C. R. et al., *A. J.*, 91 (1986), 338.
- [ 5 ] Bartel, N. et al., *A. J.*, 90 (1985), 318.
- [ 6 ] Bartel, N. et al., *Nature*, 319 (1986), 733.
- [ 7 ] Marcaide, J. M. et al., *A. J.*, 88 (1983), 1133.
- [ 8 ] Gorenstein, M. V. et al., *Ap. J.*, 287 (1984), 538.
- [ 9 ] Heflin, M. B. et al., in Proceedings of IAU Symposium No. 129, p. 209, (1988).
- [ 10 ] Turner, E. L. et al., Proceedings of IAU Symposium No. 129, p. 191, (1988).

(责任编辑 刘金铭)

## Differential VLBI Survey and Its Applications

Luo Shifang

(Shanghai Observatory, Academia Sinica)

The differential VLBI Survey is used to observe the radio sources which are very close each other in the same direction of space. By means of this new technique, the accuracy of relative positioning could be reached to submillarcsecond. In this paper, the basic principle of the differential VLBI Survey and its applications to astrometry and astrophysics are described.