第 47 卷 第 4 期　　天 文 学 报　　Vol.47 No.4
2006 年 10 月　　ACTA ASTRONOMICA SINICA　　Oct., 2006

用中国卫星激光测距资料解算地球定向参数*

朱元兰　冯初刚　张飞鹏

(中国科学院上海天文台　上海　200030)

摘要　利用我国 SLR 网卫星 Lageos1 的激光测距资料独立测定地球定向参数 EOP 的可能性和可达到的精度，选取了 2001 年 4 月 19 日—5 月 30 日，2001 年 9 月 1 日—10 月 30 日这两时段国内 SLR 网对 Lageos1 卫星激光测距资料，用 SHORDE 软件估算地球定向参数，并在同样的时间段内用全球的 Lageos1 卫星的激光测距资料也测定地球定向参数，分别将两序列的地球定向参数与 IERS 的 EOPc04 序列进行比较，其外符精度分别为：X_p 、Y_p4—5 mas 、D_r—0.32 ms (用国内资料解算的)，X_{p1} 、Y_{p1}—0.35 mas 、D_{r1}—0.03 ms (用全球的激光资料解算的).

关键词　**天体测量学：激光测卫，地球定向参数**，IERS

中图分类号：P 123;　　**文献标识码**：A

1　引言

人造卫星和宇宙飞行器的精密定轨和导航、高精度全球大地控制网的建立、全球板快运动和区域性地壳形变的测量与研究都需要厘米级精度的极位置. 目前全球 SLR 、VLBI 和 GPS 网事后测定地球定向参数的精度已达亚厘米级，但根据我国国民经济建设和国防事业的特殊需要，要求建立我国独立自主、实时性较强的地球定向参数服务，为此本文研究了利用我国的 SLR 网独立测定地球定向参数的可能性和所能达到的精度. 目前我国的 SLR 网拥有上海、长春、武汉、北京、昆明 5 个固定站和两个流动站，其中一个流动站已正式投入观测，流动站从 2000 年 8 月开始分别在北京、乌鲁木齐、拉萨流动观测，观测精度为 2 至 3 cm 达到预期目标. 由于几个固定站都分布在我国的东南部，而西北部上则无测站，站网经、纬度覆盖范围小，观测弧段较短. 有了流动站后，可弥补这一空白，它既为全球的 SLR 工作发挥重要的作用，也为我国高精度地面参考点和大地测量网的建立、板块运动和区域性地壳形变的测量、地球定向参数的服务等作出贡献. 本文利用我国 SLR 网的观测资料精密定轨并估算地球定向参数，以 30 天为一定轨弧段，定轨的中误差约 2 cm, 估计地球定向参数与 IERS 的 EOPc04 的地球定向参数序列进行

2005-09-08 收到原稿，2005-12-06 收到修改稿

* 国家自然科学基金的资助

比较，其外符精度分别为： X_p 、 Y_p4—5 mas 、 D_r—0.32 ms. 作为比较，我们也用全球 SLR 进行了地球定向参数解算，其外符精度为： X_{p1}, Y_{p1}—0.35 mas 、 D_{r1}—0.03 ms.

2 计算方案

为了提高 EOP 的测定精度，整个处理过程遵照统计轨道原理 [1]. 解算中采用天文常数、参考系、力学模型和测量模型参照 (1996)IERS 规范 [2].

参考系：

(1) 2000.0 平赤道 ($X-Y$ 平面) 和平春分点 (X 轴方向); (2) IAU 76 岁差; (3) IAU 1980 章动模型, 加上 IERS 章动改正; (4) DE403/LE403 行星历表; (5) 地球参考架 ITRF2000.

测量模型：

(1) MARINI-MURRAY 大气折射模型; (2) LAGEOS 卫星的归心改正： 0.251 米; (3) 固体潮引起的台站位移; (4) 永久潮汐对台站的影响; (5) 海潮负荷潮对台站的影响; (6) 地球自转形变对台站的影响.

力学模型：

日月引力摄动; (2) 固体潮摄动; (3) 海潮摄动; (4) 地球形状摄动 (JGM 3 地球引力场模型); (5) 太阳光压和地球辐射压摄动 (光压系数 Cr 待估); (6) 类阻力摄动 (阻力系数 Cd 待估); (7) 广义相对论; (8) 地球自转形变摄动; (9) 经验的 RTN 摄动 (为了减少在定轨摄动中的模型误差和非模制的力学因素的影响，在力学模型中加上径向和沿轨方向及法向的经验加速度).

在解算过程中采用多级复弧法 [3], 解的收敛标准为卫星在 30 天轨道的初始位置的改正小于 1 cm, 同时 30 天内观测残差相对于预报残差的相对误差小于 0.01.

在用 Lageos 卫星的 SLR 资料解 EOP 时，用的数学模型是 [4]:

对 Xp 有：

$$\begin{aligned} Xp(t) &= Xp(t_0)+\Delta Xpc(I)+[Xp_{1P}(j)+Xp_{1R}(j)]\cos\theta_g+ \\ &\quad [Yp_{1P}(j)-Yp_{1R}(j)]\sin\theta_g+[Xp_{2P}(j)+Xp_{2R}(j)]\cos 2\theta_g+ \\ &\quad [Yp_{2P}(j)-Yp_{2R}(j)]\sin 2\theta_g\,. \end{aligned} \tag{1}$$

对 Yp 有：

$$\begin{aligned} Yp(t) &= Yp(t_0)+\Delta Ypc(I)+[-Xp_{1P}(j)+Xp_{1R}(j)]\cos\theta_g+ \\ &\quad [Yp_{1P}(j)+Yp_{1R}(j)]\sin\theta_g+[-Xp_{2P}(j)+Xp_{2R}(j)]\cos 2\theta_g+ \\ &\quad [Yp_{2P}(j)+Yp_{2R}(j)]\sin 2\theta_g\,. \end{aligned} \tag{2}$$

对日长变化 D_R (亦即对 UT1 的计算) 有：

$$\begin{aligned} (\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_t &= (\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_{t0}+D_{\mathrm{UTC}}(i)*[(t-t_0-(i-1)*\mathrm{arcdut})]+ \\ &\quad du1c(j)*\cos\theta_g+du1s(j)*\sin\theta_g+du2c(j)*\cos 2\theta_g+ \\ &\quad du2s(j)*\sin 2\theta_g\,. \end{aligned} \tag{3}$$

(1) 式至 (3) 式表明有 15 个要解的参数：

ΔXpc 、 ΔYpc 、 Xp_{1P} 、 Xp_{1R} 、 Yp_{1P} 、 Yp_{1R} 、 Xp_{2P} 、 Xp_{2R} 、 Yp_{2P} 、 Yp_{2R} 、 D_{UTC} 、 $du1c$ 、 $du1s$ 、 $du2c$ 、 $du2s$. 其中： $\Delta Xpc(I)$ 、 $\Delta Ypc(I)$ 、 $D_{\mathrm{UTC}}(i)$ 为待估的第 i 个弧段内的极位置和日长变化； Xp_{1P} 、 Xp_{1R} 、 Yp_{1P} 、 Yp_{1R} 是在第 j 个弧段的极移周日分量的顺行和逆行部分的系数； Xp_{2P} 、 Xp_{2R} 、 Yp_{2P} 、 Yp_{2R} 是在第 j 个弧段的极移半周日分量的顺行和逆行部分的系数； $du1c$ 、 $du1s$ 是在第 j 个弧段的 ΔUT1R 的周日分量的系数； $du2c$ 、 $du2s$ 是在第 j 个弧段的 ΔUT1R 的半周日分量的系数； θ_g 是恒星时角.

在整个解算中采用了多级复弧的解算方法，其中 ΔXpc 、 ΔYpc 、 D_{UTC} 在 3 天弧段内求解，周日和半周日部分应该根据资料的密度选 6 天或 9 天的弧段内求解，在实际应用中 EOP 的半周日部分由于观测资料的密集度不够而无法求解.

这里有必要叙述一下解算 EOP 的过程中时间 UT1 的计算. 在解算 EOP 的过程中，涉及到的时间系统有 UTC (协调世界时) 、 TDT (地球动力学时) 、 TAI (国际原子时) 、 UT1 (世界时) 它们之间的关系如下：

$$\begin{aligned}\mathrm{UT1}_t \;=\;& ET_t-(ET-UT1)_t=ET_t-[(ET-\mathrm{TAI})_t-(\mathrm{UT1}-\mathrm{TAI})_t]=\\ & ET_t-\{(ET-\mathrm{TAI})_t-[(\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_t+(35\text{ 天以下的短周期项})_t]\}=\\ & ET_t-\{(ET-\mathrm{TAI})_t-[(\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_{t0}+\\ & D_{\mathrm{UTC}}(i)*(t-t_0-(i-1)*\mathrm{arcdut})+du1c(j)*\cos\theta_g+du1s(j)*\sin\theta_g+\\ & du2c(j)*\cos 2\theta_g+du2s(j)*\sin 2\theta_g+(35\text{ 天以下的短周期项})_t]\}\,. \end{aligned}\tag{4}$$

(4) 式中的 ET 可以认为是 TDT, t 和 t_0 也是在 TDT 系统中计算的. 需要注意的是对 $(\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_{t0}$ 处理： $(\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_{t0}$ 可以在长弧开始时不设定， $(\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_t$ 随时从 EOP 数据文件中读入，然后加上估计得到的改正值，表达式如下：

$$\begin{aligned}(\mathrm{UT1R}-\mathrm{TAI})_t \;=\;& (\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_k+\frac{[(\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_{k+1}-(\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_k]}{t_{k+1}-t_k}*(t-t_k)+\\ & D_{\mathrm{UTC}}(i)*(t-t_0-(i-1)*\mathrm{arcdut})+D_{\mathrm{U1C}}(j)\cos\theta_g+\\ & D_{\mathrm{U1S}}(j)\sin\theta_g+D_{\mathrm{U2C}}(j)\cos 2\theta_g+D_{\mathrm{U2S}}(j)\sin 2\theta_g\,. \end{aligned}\tag{5}$$

(5) 式中的 $(\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_k$ 、 $(\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_{k+1}$ 为 EOP 数据文件中对应于 t 时刻的间隔的两个端点值， $\dfrac{[(\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_{k+1}-(\mathrm{ut1r}-\mathrm{tai})_k]}{t_{k+1}-t_k}$ 就是在 EOP 数据文件中与 t 时刻对应的间隔上的 (UT1R–TAI) 的变化率. 这时的 $D_{\mathrm{UTC}}(i)$ 就是第 i 弧段 (弧长为 arcdut) 覆盖的在 EOP 数据文件中与 t 时刻对应的间隔上的 (UT1R-TAI) 的平均变化率的改正值. 因此，当整个解收敛时，输出的应该是各个子弧段上的 (UT1R- TAI) 的平均变化率加上估计得到的改正值. 由于估计得到的是每个弧段的观测的加权平均时刻的改正值，所以实际上输出的是该加权平均时刻对应的 (UT1R-TAI) 的变化率加上估计得到的改正值. (1) 式、(2) 式中的 $Xp(t_0), Yp(t_0)$ 也可仿照 $(\mathrm{UT1R\text{-}TAI})_{t0}$ 的处理方式：不设常值，只从 EOP 数据文件中读入，然后加上估计得到的改正值.

这样改动后，有助于提高解得的 EOP 的精度，尤其是对 LOD 作了改动后，明显提高了解得的 LOD 的精度，减小了 rms, 从而也提高了解得的卫星轨道的精度.

在参考系方面，根据 IERS 1996 规范，真恒星时角从 1997 年 1 月 1 日开始用下列公式：

$$\mathrm{GST} = \mathrm{GMST} + \Delta\varphi\cos(\varepsilon_A + \Delta\varepsilon) + 0''.00264\sin\Omega + 0''.000063\sin 2\Omega\,, \tag{6}$$

式中， GMST 是格林尼治平恒星时； $\Delta\varphi$ 为黄经章动； ε_A 为平黄赤交角； $\Delta\varepsilon$ 为交角章动； Ω 为月球平轨道在黄道上升交点的黄经.

章动模型，根据 IERS 1996 规范为：

$$\begin{cases} \Delta\varphi = \Delta\varphi(\mathrm{IAU\ \ 1980}) + \delta\Delta\varphi \\ \Delta\varepsilon = \Delta\varepsilon(\mathrm{IAU\,1980}) + \delta\Delta\varepsilon \end{cases}, \tag{7}$$

式中， $\Delta\varphi$(IAU 1980) 、 $\Delta\varepsilon$(IAU 1980) 是根据 IAU 1980 模型求得的黄经章动和交角章动的值； $\delta\Delta\varphi$, $\delta\Delta\varepsilon$ 是根据 VLBI 和 LLR 得到的黄经章动和交角章动的改正值 (从 IERS 发布的 EOP 公报上可以得到). 增加的 $\delta\Delta\varphi$, $\delta\Delta\varepsilon$ 对提高解日长变化率的精度是很有帮助的.

3 利用中国 SLR 网独立测定地球定向参数的可靠性和精度分析

中国 SLR 网的固定站由上海 (7837) 、长春 (7237) 、北京 (7249) 、武汉 (7231) 和昆明 (7820) 5 个站组成. 7837 、 7237 、 7249 、 7231 站集中于中国东部，不利于用中国 SLR 网独立定轨和测定地球定向参数，为此中国 SLR 网设置了一个 SLR 的流动站，该流动站在我国西部根据不同的应用需要进行流动观测.

为了开展利用中国 SLR 网独立测定地球定向参数可行性的研究，中国 SLR 网分别在 2001 年 4 月 19 日 —5 月 30 日和 2001 年 9 月 1 日 —10 月 30 日两个时段对激光卫星 Lageos1 进行观测，为了增强 SLR 观测网的几何强度，组织了流动站的加强观测，第一时段在新疆乌鲁木齐 (7355) 进行流动观测. 第二时段在拉萨 (7356). 表 1—4 分别给出了于 2001 年 4 月 19 日 —4 月 30 日， 5 月 1 日 —5 月 30 日， 9 月 1 日 —9 月 30 日， 10 月 1 日 —10 月 30 日我国 SLR 网各测站对 Lageos1 的观测信息 (包括每天各 SLR 站的观测点数).

从表 1—4 我们可见流动站 (7355) 和 (7356) 的观测起到了重要作用，它在一定程度上填补了中国 SLR 网对 Lageos1 激光卫星观测的空隙，使整个观测弧段有较好的观测资料分布.

从表 1—4 中还可看出即使加上流动站，我国 SLR 网的观测资料仍是不足，严重影响定轨精度，并由此影响 EOP 的测定精度，为此在资料处理中，为了解决区域网定轨不准的困难，我们采用拉长定轨时段的方法，以保证得到可靠的定轨结果，解算中采用多级复弧法. 卫星的轨道状态量 $(\boldsymbol{r}, \dot{\boldsymbol{r}})$ 作为全局量，在 30 天内解算，有关的动力学参数 (如大气阻力系数 C_D, 光压系数 C_R 等) 作为一级局部量在 10 天内解算，地球定向参数作为二级局部量在 5 天内独立解算，它包括 5 天内资料加权时刻的极位置 $(X_{pm}, Y_{pm}\ )$, 以及极位置的变化速度 $(\dot{X}p, \dot{Y}p)$, 瞬时极位置 (X_p, Y_p) 可表示为：

表 1　2001 年 4 月 19 日 —4 月 30 日中国 SLR 网每天观测资料的分布情况

Table 1　Number of observations in every day by Chinese SLR network during Apr. 19—30, 2001

Apr.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Site	number of data information in every day												
7237	13	0	26	0	6	0	26	9	0	12	0	0	0
7249	0	16	14	0	21	0	6	0	0	0	0	0	0
7355	0	0	0	0	40	0	0	72	0	0	46	22	0
7820	7	7	7	0	0	6	0	0	0	0	0	2	0
TOTALOBS	20	23	47	0	67	6	32	81	0	12	46	24	0

表 2　2001 年 5 月 1 日 —5 月 30 日中国 SLR 网每天观测资料的分布情况

Table 2　Number of observations in every day by Chinese SLR network during May.1—May.30,2001

May	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Site	number of data information in every day																														
7237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6	11	0	0	14	0	0	2	0	0	0	0	19	6
7249	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	10	5	0	0	8	6	20	0	0	0	0	0	0	12	0	25	13	8	0	26	0
7355	26	71	0	0	26	14	0	0	0	0	0	0	21	0	0	26	34	31	0	0	0	34	26	24	34	0	20	28	27	0	0
7820	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7837	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL OBS	26	73	0	0	30	14	0	19	0	0	18	5	24	0	8	32	54	37	11	0	0	48	30	36	36	25	33	36	27	45	6

表 3　2001 年 9 月 1 日— 9 月 30 日中国 SLR 网每天观测资料的分布情况

Table 3　Chinese SLR network during Sept.1 — 30,2001 number of observations in every day Lageos1: number of data information in every day

Sep.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7237	6	16	11	10	0	8	12	0	23	24	19	13	3	0	11	10	15	9	8	24	8	5	0	0	12	0	10	14	0	12	0
7249	8	0	0	0	5	0	0	8	17	5	15	0	9	0	0	0	0	0	3	19	0	0	0	11	0	0	4	0	0	13	0
7356	9	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	17	14	7	0	0	11	34	22	18	31	15	16	20	20	9	11	10	0
7837	5	20	16	0	0	1	0	2	13	16	0	0	15	0	14	0	17	0	0	0	8	4	6	0	0	0	0	0	0	12	0
TOTAL OBS	28	36	27	10	9	9	12	10	53	45	34	13	27	17	39	17	32	9	22	77	38	27	37	26	28	20	34	23	11	47	0

表 4　2001 年 10 月 1 日 —10 月 30 日中国 SLR 网每天观测资料的分布情况

Table 4　Chinese SLR network during Oct.1—30,2001 number of observations in every day Lageos1: number of data information in every day

Oct.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
7237	27	0	0	0	15	13	6	9	0	0	0	15	11	0	0	14	12	0	3	0	0	0	0	16	0	15	0	14	22	0	0
7249	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7356	0	0	0	42	0	5	28	6	19	17	20	39	0	0	12	0	22	10	10	0	14	16	0	0	0	0	15	0	0	0	0
7820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7837	5	9	0	12	0	0	0	0	3	9	15	0	0	15	8	0	6	0	6	0	7	0	0	0	0	0	0	0	10	12	0
TOTAL OBS	32	9	0	64	15	18	34	15	22	26	35	57	11	15	20	14	40	10	19	0	21	16	0	16	0	15	15	14	32	12	0

$$X_p = X_{pm} + \dot{X}_P(t - t_m)\,,$$

$$Y_p = Y_{pm} + \dot{Y}_P(t - t_m)\,,$$

其中 t_m 为 5 天内观测资料的加权时刻，把 $\dot{X}p, \dot{Y}p$ 也作为估计参数是为了更好地模制 5 天内极移位置的变化.

表 5 和表 6 分别给出了 4 月 19 日 —5 月 30 日和 9 月 1 日 —10 月 30 日的 EOP (包括极位置 Xp, Yp 和日长 Dr 的变化). 每 5 天给出一组观测加权平均时刻的 EOP 值，作为比较同时给出了 IERS 的归算结果, 以最前一列 “IERS” 表示; 全球 SLR 网归算结果, 以 “global” 表示; 中国 SLR 网 (包含流动站) 的归算结果，以 “china” 表示; 中国 SLR 网 (不包含流动站) 的归算结果，以 “china—7355 或 —7356” 表示.

表 5 2001 年 4 月 19 日 —5 月 30 日地球定向参数的比较

Table 5 Comparison the earth orrientation parameters during Apr.19—May.30, 2001

	obmid time (mjd)	xp (")	yp (")	dr (s)	
APR 21	52020	.142378	.476940	.0009934	(IERS)
	52020	.143444	.476627	.0010756	(global)
	52020	.133920	.472362	.0008680	(china)
	52020	.149101	.456368	.0012400	(china-7355)
APR 26	52025	.153455	.472423	.0007331	(IERS)
	52025	.153013	.472913	.0008048	(global)
	52025	.152336	.471576	.0008159	(china)
	52025	.124194	.472164	.0005041	(china-7355)
MAY 1	52030	.163374	.464289	.0009457	(IERS)
	52030	.1639861	.463762	.0009588	(global)
	52030	.1575541	.472333	.0008521	(china)
	52030	******	******	******	(china-7355)
MAY 6	52035	.173742	.456578	.0014801	(IERS)
	52035	.173248	.455849	.0010789	(global)
	52035	.121624	.452394	.0009070	(china)
	52035	******	******	******	(china-7355)
MAY 12	52041	.189239	.444060	.0005669	(IERS)
	52041	.190540	.444459	.0004501	(global)
	52041	.169688	.442648	.0009528	(china)
	52041	******	******	******	(china-7355)
MAY 18	52047	.200858	.430723	.0011070	(IERS)
	52047	.200406	.430568	.001037	(global)
	52047	.205757	.428358	.0009592	(china)
	52047	******	******	******	(china-7355)
MAY 24	52053	.212012	.415660	.0004560	(IERS)
	52053	.211930	.416596	.0005694	(global)
	52053	.214070	.420779	.0006600	(china)
	52053	******	******	******	(china-7355)
MAY 28	52057	.217408	.404488	.0002935	(IERS)
	52057	.216946	.404653	.0002857	(global)
	52057	.218655	.401718	.0006298	(china)
	52057	******	******	******	(china-7355)

表 6　2001 年 9 月 1 日 —10 月 30 日地球定向参数的比较

Table 6　Comparison the earth orrientation parameters during Sep.1—Oct.30, 2001

	obmid time (mjd)	xp (")	yp (")	dr (s)	
SEP 3	52155	.153955	.146265	.0003179	(IERS)
	52155	.153273	.145732	.0003272	(global)
	52155	.155261	.143872	.0002843	(china)
	52155	.156465	.144676	.0002393	(china-7356)
SEP 8	52160	.139521	.137822	.0003914	(IERS)
	52160	.139729	.137105	.0003719	(global)
	52160	.140177	.136947	.0003632	(china)
	52160	.140476	.135453	.0003760	(china-7356)
SEP 13	52165	.125727	.132122	−.0000543	(IERS)
	52165	.125487	.132754	−.0000274	(global)
	52165	.126525	.132926	−.0000266	(china)
	52165	.124691	.132979	−.0000148	(china-7356)
SEP 18	52170	.108308	.127315	.0009834	(IERS)
	52170	.108292	.127174	.0009954	(global)
	52170	.108244	.125609	.0010078	(china)
	52170	.108225	.125181	.0006762	(china-7356)
SEP 23	52175	.091484	.124238	.0002802	(IERS)
	52175	.089867	.124377	.0003053	(global)
	52175	.096439	.124262	.0003173	(china)
	52175	.103743	.125725	.0003859	(china-7356)
SEP 28	52180	.075341	.119070	.0002653	(IERS)
	52180	.075631	.119088	.0002466	(global)
	52180	.075853	.118904	.0003022	(china)
	52180	.077298	.120444	.0004756	(china-7356)
OCT 3	52185	.057921	.117450	.0008801	(IERS)
	52185	.057011	.117371	.0008858	(global)
	52185	.058053	.118495	.0008725	(china)
	52185	.059651	.120863	.0009755	(china-7356)
OCT 8	52190	.043047	.117762	.0004972	(IERS)
	52190	.043771	.117802	.0004523	(global)
	52190	.044731	.117967	.0005823	(china)
	52190	.041631	.117198	.0005960	(china-7356)
OCT 13	52195	.023193	.117527	.0009945	(IERS)
	52195	.023980	.117544	.0009215	(global)
	52195	.015867	.120863	.0008872	(china)
	52195	.013302	.119681	.0008431	(china-7356)
OCT 17	52199	.009806	.119400	.0015412	(IERS)
	52199	.009991	.119707	.0015191	(global)
	52199	.007033	.119966	.0017553	(china)
	52199	.006522	.115193	.0019772	(china-7356)
OCT 23	52205	−.012679	.123685	.0004877	(IERS)
	52205	−.013934	.124418	.0004593	(global)
	52205	−.015625	.120780	.0005023	(china)

表 6 (续)

Table 6 (continued)

	obmid time (mjd)	xp (")	yp (")	dr (s)	
	52205	******	******	******	(china-7356)
OCT 28	52210	−.030383	.129111	.0010251	(IERS)
	52210	−.031213	.129942	.0009887	(global)
	52210	−.033698	.127112	.0011833	(china)
	52210	******	******	******	(china-7356)

从表 5 和表 6 中可见在没有 SLR 流动站的场合，利用中国 SLR 网测定 EOP 在许多情况下无法独立解算或测定精度极差，为了能用中国的SLR 网的观测资料独立测定地球定向参数 EOP 在我国西部设置 SLR 流动站是必要的.

全球 SLR 网测定 EOP 的结果与 IERS 的综合归算的结果相比在绝大多数情况下，对极位置 (Xp, Yp) 可优于 1 mas, 对日长变化 (Dr) 可优于 0.1 ms. 两者的平均外符精度对 (Xp, Yp) 为 0.32 mas, 对 Dr 为 0.03 ms.

在观测比较正常的情况下 (例如 2001 年 9 月 —10 月), 利用中国 SLR 网 (包括西部流动站) 的观测独立解算 EOP 的结果与 IERS 的结果相比，对极位置 (Xp, Yp) 可优于 5 mas, 对日长的变化可优于 0.2 ms, 这样的精度已完全能满足我国国民经济建设和国防事业的需要，即使在观测不太正常的情况下 (如 2001 年 4 月 —5 月) 利用中国 SLR 网 (包括西部流动站) 测定 (Xp, Yp) 精度除个别情况外均可优于 10 mas, Dr 的测定精度可优于 0.4 ms, 两个弧段测定 EOP 的结果与 IERS 的结果相比其平均外符精度对 (Xp, Yp) 为 4—5 mas, 对 Dr 为 0.32 ms.

结论是：在我国西部设置流动站，利用中国 SLR 网独立监测地球定向参数 EOP 是可行的. 在正常的观测情况下，中国 SLR 网监测 EOP 的精度对极位置 (Xp, Yp) 可优于 5 mas, 对日长的变化可优于 0.2 ms. 应该指出，这次对 SLR 流动站进行观测时，全国 SLR 网固定站未能组织加强观测，固定站的观测资料稀少，其中中部武汉站 (7231), 西部昆明站 (7820) 刚投入运行，观测资料甚少，影响 EOP 的解算精度，今后随着 7820 站投入正常运行， 7231 站恢复正常观测，根据国家的特殊需要组织全国 SLR 网进行加强观测，有望获得更精密的地球定向参数 EOP 的监测结果.

参 考 文 献

1 Tapley B D, Statistical Orbit Determination Theory, Proceading of NATO Advancoel Study Institute in Dynamical Astronomy, Cortina d' Am Italy, Reidel Publishing Co. Dordrechr, 1976

2 Dannis D McCarthy. IERS TECHNICAL NOTE 21, 1996

3 He Miaofu, Zhu WenYao, Feng Chugang. Celestial Mechanics, 1989, 45: 61

4 冯初刚等. 测绘学报， 2003, 32(4): 289

Earth Orrientation Parameter Solved by Lageos Chinese SLR Data

ZHU Yuan-lan FENG Chu-gang ZHANG Fei-peng
(1 *Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai* 200030)

Abstract In the paper, the possibility and accuracy of determing othe Earth Orientator parameters (EOP) from Chinese SLR network independently have been discussed. It is solved the EOP from Lageos1data Observed by Chinese SLR network during Apr.19—May.30, 2001 and Sept.1—Oct.30, 2001. The results, named EOP(SHAO) are compared with EOP (IERS)c04 from IERS combine solution in the same period. It shows that the consistency between EOP(SHAO) and EOP(IERS)c04 is batter then 5mas for the pole motions (Xp, Yp) and 0.2 ms for the length-of-day variation Dr under normal conditions.

Key words Astrometry: SLR (satellite laser range), EOP (earth orientation parameter), IERS (International- Earth Rotation Service)