第 44 卷 第 2 期 天 文 学 报 Vol.44 No.2
2003 年 5 月 ACTA ASTRONOMICA SINICA May, 2003

全球构造非对称性的定量分析*

金双根 朱文耀

(中国科学院上海天文台 上海 200030)

摘要 完全基于空间大地测量数据，得出全球活动构造板块边缘相对运动速度、板块间运动类型、南半球膨胀、北半球压缩以及 GPS 垂向运动季节性变化振幅和相位随纬度的分布等，由此得出全球构造分布定量特征：全球构造在空间位置和几何形态上相互对称，而构造特征性质相反 — 即全球构造非对称性.

关键词 天体测量学：空间大地测量，板块运动

中图分类号： P 128

1 引言

地球作为宇宙旋转运动中一颗行星，总体上是一个几何对称的椭球体. 然而它是在不停的旋转运动，旋转状态的变化引起惯性力差异，会在地球的各个部位产生运动效应，特别是沿着转动方向引起上下层之间相对滑动、漂移和同层内的相对挤压或张裂 [1]，尤其地球的地幔内部以热对流形式运动产生的动力，地球转动惯性力、离心力和大气层以及其他天体对地球共同作用，使地球产生形变. 随着全球构造学的发展，应用多种地球物理方法对大洋的全面探测，通过对地球内部热散失量、地震波速度分布、全球洋底磁条带图等研究，以及地球海陆分布：北半球洋脊裂谷较少，而 75% 全球洋脊裂谷和 75% 的大洋分布在南半球，有东太平洋、南大西洋、印度洋和环南极洲 4 条洋脊，具有相对高的热流体，得出以下推论和假设 [1−3]：北半球是冷半球，南半球是热半球；北半球是挤压半球，南半球是引张半球，即南北半球具有明显的非对称性. 然而这些是否可靠，尚待空间大地测量技术检测，以便更好地认识地球在变动历史中不同时间尺度的环境变迁以及各种形态的灾变. 随着近 20 多年 VLBI 、 SLR 、 GPS 等空间大地测量技术迅猛发展，为毫米级高精度实测现今全球板块构造运动提供了保证 [4−6]. 因此空间大地测量技术可以检测较短时间尺度全球构造运动，定量地分析全球构造特征，从而更好的认识地球.

2002-04-12 收到原稿， 2002-05-19 收到修改稿

* 国家重点基础研究发展规划项目 (G1998040703) 、中国科学院重要基础研究项目 (KJ951-1-304) 以及上海科技基础发展基金项目 (JC14012) 资助

2　全球活动板块边缘相对运动

2.1　基于空间大地测量资料全球板块相对运动欧拉矢量

利用 VLBI, SLR, GPS 基准站长期监测给出的速度场 (包括 TRF2000 和 IGS 速度), 其精度绝大多数好于 1 mm/a, 可更好选择各板块台站. 选择台站标准 [7,8]： (1) 去掉位于板块边界带和形变较大的测站； (2) 去掉测站精度 $\sigma_v > 5$ mm/a 的测站； (3) 去掉建站时间少于 3 年的测站. 通过板块运动欧拉定律： $Vp = \Omega_j \times r$, 式中 Ω_j 为第 j 板块的运动欧拉矢量, Vp 和 r 分别为板块各测站的水平位移速度和位置矢量. 利用所选择的台站速度场, 通过最小二乘法求出各板块运动欧拉矢量. 最后利用相对欧拉定律： $\Omega_{ij} = \Omega_i - \Omega_j$[9], 求出全球相邻板块相对运动欧拉矢量 (见表 1).

表 1　板块对相对欧拉矢量

Table 1　The relative Euler vectors of plate pairs

Plate pair	$\Omega(^\circ/Ma)$	$\lambda(^\circ)$	$\phi(^\circ)$	Plate pair	$\Omega(^\circ/Ma)$	$\lambda(^\circ)$	$\phi(^\circ)$
NOAM-EURA	0.253	-51.3	-73.5	COCS-NOAM	1.401	-120.4	27.7
NOAM-AFRC	0.234	-108.7	-83.9	CARB-ARFC	0.114	-143.0	-63.8
AFRC-INDI	0.433	-147.5	-33.2	AFRC-ANTA	0.116	-49.2	2.4
SOAM-AFRC	0.280	136.6	-60.5	PCFC-ANTA	0.844	103.4	-66.1
AFRC-EURA	0.064	-31.9	-8.9	COCS-PCFC	2.048	-110.0	36.3
INDI-EURA	0.450	24.3	31.0	NAZC-COCS	0.931	54.6	-7.3
NOAM-PCFC	0.743	-82.8	49.1	AUST-EURA	0.660	46.1	9.5
ARAB-AFRC	0.506	30.1	27.7	SOAM-ANTA	0.290	8.9	-60.9
PHIL-EURA	0.991	-23.5	-48.5	AFRC-AUST	0.612	-128.4	-11.2
NAZC-SOAM	0.695	-89.8	51.4	AUST-PCFC	1.063	7.7	58.0
PHIL-PCFC	0.927	-48.1	3.8	AUST-ANTA	0.641	40.1	11.7
NAZC-ANTA	0.503	-89.9	35.1	NAZC-PCFC	1.354	-92.2	53.8

(Note: NOAM:North America; AFRC:Africa; INDI:India; SOAM:South America; EURA:Eurasia; ANTA: Antarctic; COCS:Cocos; CARB:Caribbean; ARAB:Arabia; AUST:Australia; NAZC:Nazca; PHIL:Philppine)

该模型没有任何地质模型假设, 完全基于近 20 年空间大地测量技术实测资料, 由高精度的速度场得到, 因此能较好地反映较短时间尺度现今全球构造板块运动特征.

2.2　全球板块边缘运动速度的测定

通过欧拉运动定律： $V_{ij} = \mathbf{\Omega}_{ij} \times r$, 这里的 r 为全球构造板块边缘位置矢量, $\mathbf{\Omega}_{ij}$ 为基于空间大地测量资料得到的相邻板块相对欧拉矢量 (见表 1), V_{ij} 为全球构造板块边缘相对运动速度矢量. 这样我们可以求出全球活动板块边缘扩张、滑动和汇聚速度, 结果见表 2 和图 1(注：图 1 数字表示从空间技术实测资料中得到的扩张和汇聚速度大小, 单位为 mm/a). 对确定相邻板块相对欧拉矢量 $\mathbf{\Omega}_{ij}$ 的选取台站标准中, 已排除了板块边界带和形变较大的台站, 因此所选取的台站绝大部分都位于刚体板块内, 即为整个板块运动; 另外, 板块非刚性区域主要是板块挤压和汇聚带, 其面积占全球板块很小. 因此板块

非刚性对测定相邻板块相对运动速度的大小影响较小. NUVEL1A[10,11] 模型是在百万年地质地磁资料中获得的，其反映了在数百万年内运动特征，由此得到的全球板块边缘相对运动速度为百万年内平均运动速度. 从表 2 可见：近 20 年来从空间大地测量资料中得到的全球板块边缘运动速度几乎与百万年内平均模型 NUVEL1A 估算结果一致，仅阿拉伯与非洲、阿拉伯与欧亚以及印度与欧亚板块相对运动速度差别较大，其他运动速度偏差小于 5 mm/a, 绝大多数偏差小于 3 mm/a, 这反映出全球板块边缘相对运动速度在数百万年内较为稳定，同时也反映了现今空间技术实测全球板块边缘相对运动速度较为可靠.

表 2 全球构造板块边缘空间技术实测运动速度与百万年地质模型 NUVEL1A 估算结果进行比较

Table 2 Comparisons of plate motion at the global tectonic boundaries between geodetic model and NUVEL1A model predictions

plate margin	position		(geodetic measurements)			(NUVEL1A predictions)			
	longitude(°)	latitude(°)	Ve	Vn	Va	Ve	Vn	Vb	Va-Vb
AFRC-EURA	30.3	35.8	−2.8	6.2	7.2	−0.7	9.7	9.7	−2.7
ARAB-AFRC	37.2	22.0	5.8	35.2	35.7	19.0	18.3	26.3	9.4
ARAB-EURA	48.0	33.0	−7.7	16.1	17.8	−3.3	28.5	28.7	−10.9
INDI-EURA	75.0	33.1	6.0	33.1	33.6	4.4	43.5	43.7	−10.1
AUST-EURA	100.0	0.	12.2	58.5	59.8	20.0	63.9	67.0	−6.8
	119.9	−10.3	15.6	69.5	71.2	22.1	72.9	76.2	−5.0
AUST-PCFC	160.5	−11.0	89.1	23.8	92.2	90.0	21.6	92.6	−0.4
NAZC-SOAM	279.0	−7.8	66.4	7.4	66.8	71.0	10.1	71.7	−4.9
	287.9	−30.2	75.4	14.7	76.8	78.0	16.7	79.8	−3.0
NAZC-PCFC	246.6	−27.2	146.1	−32.2	149.6	147.0	−33.8	150.8	−1.2
	250.1	−9.4	133.9	−27.1	136.6	136.0	−29.0	139.1	−2.5
NAZC-COCS	277.6	4.6	−7.1	−70.2	70.5	14.5	−67.4	68.9	1.6
NAZC-ANTA	268.3	−40.3	54.2	−1.4	54.2	57.0	3.21	57.1	−2.9
COCS-PCFC	256.3	9.5	102.9	20.3	104.9	102.0	15.2	103.1	1.8
COCS-NOAM	260.6	16.1	33.9	49.4	59.9	33.0	48.7	58.8	1.1
NOAM-PCFC	238.3	37.0	24.5	−34.0	41.9	26.0	−37.0	45.2	−3.3
	230.1	51.0	10.6	−39.7	41.1	12.9	−43.0	44.9	−3.8
	204.0	54.7	23.3	−51.9	56.9	26.7	−53.0	59.3	−2.4
	190.0	51.3	37.0	−54.1	65.5	40.6	−55.0	68.4	−2.9
	170.0	52.6	50.6	−51.8	72.4	54.3	−51.0	74.5	−2.1
	155.0	47.0	63.7	−45.9	78.5	66.9	−44.0	80.1	−1.6
PHIL-EURA	129.9	28.2	−41.9	32.8	53.2	−43.2	32.1	53.8	−0.6
PHIL-PCFC	140.6	10.7	25.7	−15.5	30.1	25.4	−16.7	30.4	−0.3
AFRC-AUST	66.72	−14.9	−30.5	−18.6	35.7	−31.0	−19.9	36.8	-1.1
AFRC-INDI	65.9	3.0	−24.6	−22.2	33.1	−16.0	−25.4	30.0	3.1
AFRC-ANTA	20.0	−52.8	4.0	12.0	12.6	6.2	11.4	12.9	−0.3
	42.4	−42.8	0.1	12.9	12.9	2.3	13.1	13.3	−0.4
	60.8	−30.7	−1.8	12.1	12.2	−0.1	13.1	13.1	−0.9
AUST-ANTA	137.7	−50.6	2.4	69.4	69.4	1.5	69.5	69.5	−0.1
	114.8	−50.4	23.8	67.4	71.5	23.1	68.5	72.3	−0.8
	163.2	−61.8	−26.5	58.1	63.9	−27.8	57.7	64.0	−0.1

表 2 (续)

Table 2 (continude)

plate margin	position		(geodetic measurements)			(NUVEL1A predictions)			
	longitude(°)	latitude(°)	Ve	Vn	Va	Ve	Vn	Vb	Va-Vb
AUST-PCFC	159.5	−10.4	88.7	29.7	93.5	91.6	22.4	94.3	−0.8
	183.1	−31.1	53.7	5.1	53.9	57.8	−1.5	57.8	−3.9
	187.9	−19.7	73.4	−0.2	73.4	77.3	−6.4	77.6	−4.2
PCFC-ANTA	245.9	−48.3	−79.7	23.2	83.0	−85.0	21.1	87.6	−4.6
	233.0	−55.3	−68.8	29.3	74.6	−74.0	28.9	79.4	−4.8
	202.5	−63.1	−44.2	37.5	58.0	−50.0	40.3	64.2	−6.2
CARB-AFRC	294.0	19.8	−11.1	5.4	12.3	−10.9	5.5	12.2	0.1
NOAM-EURA	330.5	60.0	−19.1	3.5	19.4	−19.0	2.7	19.2	0.2
	330.0	51.2	−21.7	3.5	22.0	−21.0	2.7	21.2	0.8
	330.2	39.5	−24.3	3.5	24.6	−22.0	2.7	22.2	2.4
NOAM-AFRC	318.3	30.9	−23.5	1.4	23.5	−19.7	3.3	20.0	3.5
SOAM-AFRC	316.3	10.8	−25.1	−1.1	25.1	−27.1	1.2	27.1	−2.0
	347.0	−10.5	−30.2	−8.7	31.3	−32.7	−7.1	33.5	−2.2
	346.6	−31.1	−30.7	−8.6	31.9	−33.6	−7.0	34.3	−2.4
	355.2	−52.2	−26.1	−10.3	28.1	−29.1	−9.0	30.5	−2.4

(注释： Ve 和 Vn 分别表示东向、北向速度； Va 和 Vb 分别是实测和估算速率大小，单位 mm/a)

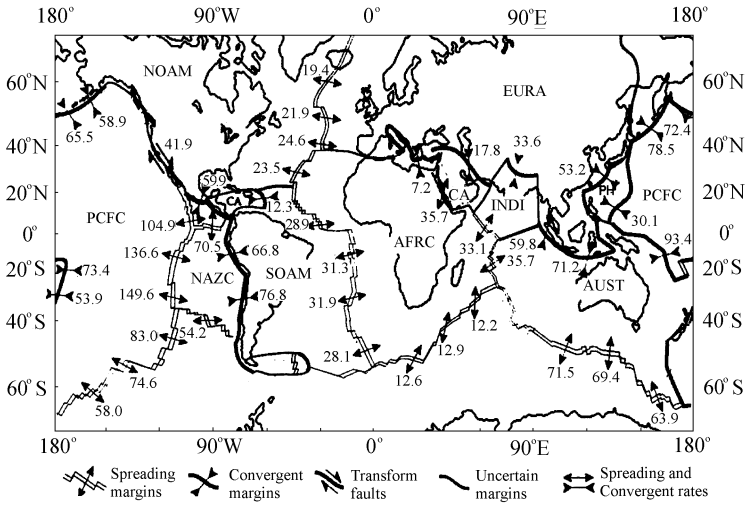

图 1　全球活动板块边缘相对运动 (数字表示基于空间大地测量数据得到板块边缘相对运动速率)

Fig. 1　The relative motion of global active plate margins (Number represents the magnitude of divergent or convergent rate, unit: mm/a)

3 南北方向非对称性

3.1 南北大西洋中脊扩张运动的非对称性

地球大陆岩石圈的直接破裂和大陆岩石圈块体长期漂移，主要是由大西洋扩张所导致的. 大西洋中脊海底扩张是建立在海底扩张的理论上的，也是建立板块构造理论最主要依据和最典型的实例. 长期以来大西洋中脊扩张速度都是由地质地磁资料估算出来的，尚待空间大地测量资料检测. 本文通过空间技术测得大西洋中脊扩张速度 (见表 2 和图 1)，明显看出北大西洋中脊扩张速度比南大西洋中脊扩张速度小，即南北大西洋中脊扩张速度明显具有非对称性.

3.2 南北半球南北方向板块间相对运动

从图 1 可以看出，环南极洲板块边缘以一定的速度向南北方向扩张，其中澳大利亚与南极洲板块边缘扩张最大，达到 72.6 mm/a 速度. 南极洲洋脊扩张张力推动澳大利亚、纳兹卡、太平洋、南美和非洲板块与南极洲板块分离，反映南半球在南北方向上拉伸. 而北半球北美 — 可可斯板块以 59.9 mm/a 的速度在汇聚，非洲 — 欧亚板块以 7.2 mm/a 的速度在汇聚，印度 — 欧亚板块以 33.6 mm/a 的速度在汇聚，菲律宾与欧亚、太平洋板块分别以平均 53.2 mm/a 和 30.3 mm/a 的速度在汇聚，以及太平洋与北美、澳大利亚与欧亚板块分别以约 60.0 mm/a 和 70.0 mm/a 的速度在汇聚，这反映北半球向南北方向汇聚，即北半球在南北方向收缩. 因此南北半球板块间相对运动在南北方向具有非对称性.

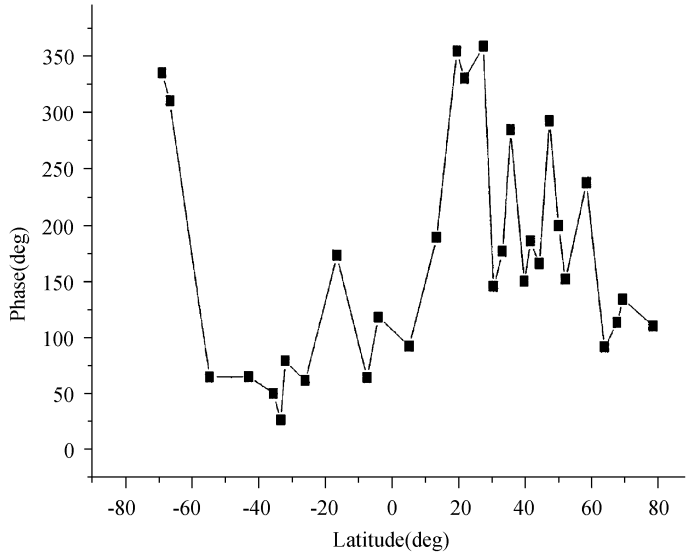

图 2 GPS 时间序列高程周年相位随纬度分布

Fig. 2 Distribution of annual phase of GPS height

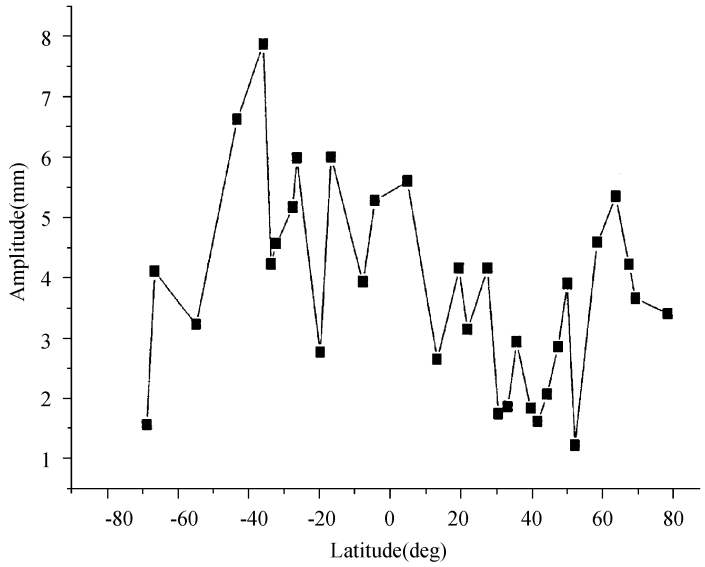

图 3　GPS 时间序列高程周年振幅随纬度分布

Fig. 3　Distribution of annual amplitude of the GPS height

3.3　地壳垂直运动季节性变化引起南北方向的非对称性

通过对全球连续 GPS 台站观测数据进行谱分析 [12], 得出 GPS 高程序列具有周年变化, 利用周期函数拟合, 其原理式为: $Y(t) = a + bt + A\sin((2\pi/p)^*(t+\psi))$, 其中 $Y(t)$ 、p 、ψ 和 A 分别是观测值、周期、相位和振幅, 通过最小二乘法, 可以求出全球 GPS 台站高程时间序列周年相位和振幅, 随纬度分布图 (见图 2 和图 3). 从 GPS 台站高程周年变化的相位随纬度分布可以看出: 北极圈周年相位较小, 而南极洲附近周年相位较大; 在北纬 30°—60°, 周年相位较大 (150° 以上), 而在南纬 30°—60°, 周年相位较小 (80° 以下). 另外从周年振幅项可以看出: 北极圈 GPS 垂直方向周年性变化振幅较大 (3.5—6 mm), 南极洲垂直方向周年性变化振幅较小 (~2 mm) ; 在北纬 30°—50° 周年振幅较小 (1.5—3 mm), 在南纬 30°— 50° 周年振幅较大 (4—8 mm). 因此地壳垂直运动周年性变化南北方向具有非对称性.

3.4　南北半球的非对称性

3.4.1　纬线圈方向测站基线变化率

同一纬度闭合环纬线变化率闭合差反映纬线圈闭合环膨胀与压缩 [13]. 通过空间大地测量数据, 可求南半球纬度 $-15.7°$ 的闭合环 DARW-TAHI-AREQ-CUIB-BRAZ-DARW 纬线变化率为 16.2 mm/a, 纬度为 $-25.5°$ 的闭合环 HART-ALIC-EISL-PARA-HART 纬线变化率为 22.8 mm/a, 纬度为 $-34.7°$ 的闭合环 SUTH-TIDB-AUCK-IGMO-SUTH 纬线变化率为 19.1 mm/a, 纬度为 $-67.6°$ 的闭合环 SYOG-MAW1-DAV1-CAS1-DUM1 纬线变化率为 0.9 mm/a. 由此可知: 南半球纬线变化率均为正值, 即南半球纬线在增长, 这说明

在南半球该纬线圈上处于膨胀状态.

北半球纬度 7.7° 的闭合环 KWJ1-MOIN-KOUR-YKR0-KWJ1 纬线变化率为 −20.0 mm/a, 纬度为 23.3° 的闭合环 KUNM-TAIW-MKEA-KYW1-KUNM 纬线变化率为 −15.5 mm/a, 纬度为 34.8° 的闭合环 LAMP-NICO-XIAN-JPLM-PIE1-MEM2-LAMP 纬线变化率为 −3.5 mm/a, 纬度为 42.0° 的闭合环 MARS-SOFI-ZECK-SELE-URUM-CME1-VILL-PIT1-CHT1-MADR-MARS 纬线变化率为 −4.1 mm/a, 纬度为 51.0° 的闭合环 DELF-GOPE-JOZE-GLSV-IRKT-PETR-HOLB-PRDS-DUBO-BRST-DELF 纬线变化率为 −5.8 mm/a. 由此可知, 北半球纬线圈纬线变化率为负值, 这表明北半球在纬线圈方向正在收缩.

3.4.2 南北半球板块回路闭合差

南北半球板块回路闭合差反映了南北半球膨胀或压缩现象 [13]. 南半球板块回路为澳大利亚 — 太平洋 — 纳兹卡 — 南美 — 非洲 — 澳大利亚, 北半球板块闭合回路为北美 — 欧亚 — 太平洋 — 北美. 由于南北半球各板块欧拉矢量直接由站速度推出, 因此隐含了相对欧拉矢量闭合条件, 而根据相对欧拉矢量估计同一纬度圈上各点之间的相对运动速率, 它们的闭合差直接反映了地球的压缩与膨胀. 通过欧拉定律: $V_{ij} = \mathbf{\Omega}_{ij} \times r$, 这里的 r 为南北半球同一纬度圈上相邻板块间位置矢量, $\mathbf{\Omega}_{ij}$ 为南北半球相邻板块相对欧拉矢量 (见表 1), V_{ij} 为同一纬度圈上板块扩张或汇聚速度. 这样我们可以求出南北半球同一纬度圈上各点扩张或汇聚速度, 结果见表 3 和表 4 :

表 3 南半球同一纬度圈上各点扩张或汇聚速度

Table 3 The spreading and convergent velocity of the same latitude in the South hemisphere

Plate pair	longitude	latitude	Ve	Vn(mm/a)
PCFC-AUST	159.5	−10.0	−92.0	−22.6
	187.9	−20.0	−77.7	2.5
	183.1	−30.0	−62.0	−1.9
NAZC-PCFC	250.1	−10.0	134.6	−27.1
	247.3	−20.0	142.8	−31.2
	245.6	−30.0	146.5	33.7
SOAM-NAZC	279.0	−10.0	−67.8	−7.4
	281.2	−20.0	−73.0	−9.2
	287.9	−30.0	−75.3	−14.7
AFRC-SOAM	316.3	−10.0	24.0	−0.1
	345.0	−20.0	30.1	7.3
	346.6	−30.0	30.1	7.7
AUST-AFRC	64.7	−10.0	25.1	16.2
	66.4	−20.0	36.1	18.2
	60.8	−30.0	47.4	11.4

表 4　北半球同一纬度圈上各点扩张或汇聚速度

Table 4　The spreading or convergent velocity of the same latitude in the North hemisphere

Plate pair	longitude	latitude	Ve	Vn(mm/a)
EURA-NOAM	330.1	40.0	24.2	−3.5
	330.0	50.0	21.2	−3.5
PCFC-EURA	149.0	40.0	−37.3	29.1
	168.0	50.0	−42.6	38.8
NOAM-PCFC	235.3	40.0	−24.7	−34.2
	230.1	50.0	−10.6	39.7

从表 3 可以看出, 南半球纬度为 -10.0° 的纬线圈板块回路水平速率闭合差 $= -92.0+134.6-67.8+24.0+25.1 = 23.9$(mm/a), 纬度为 -20.0° 的纬线圈板块回路水平速率闭合差 $= -77.7+142.8-73.0+30.1+36.1 = 58.3$(mm/a), 纬度为 -30.0° 的纬线圈板块回路水平速率闭合差 $= -62.0+146.5-75.3+30.1+47.4 = 86.7$(mm/a). 即同一纬度各点相对运动水平速率闭合差均大于零，说明南半球纬线圈处于膨胀状态. 从表 4 可以看出, 北半球纬度为 40.0^o 纬线圈回路水平速率闭合差 $= 24.2-37.3-24.7 = -37.8$ (mm/a), 纬度为 50.0^o 纬线圈回路水平速率闭合差 $= 21.2-42.6-10.6 = -32.0$ (mm/a). 即同一纬度各点相对运动水平速率闭合差小于零，这说明北半球纬线圈处于收缩状态. 由此可知北半球在压缩，南半球在扩张，即南北半球具有非对称性.

4　结论

通过空间大地测量技术，测出全球活动板块边缘相对运动速度，明显得出南大西洋中脊扩张速度比北大西洋中脊扩张速度大, 即南北大西洋中脊扩张运动具有非对称性; 通过对连续 GPS 观测数据进行谱分析，南北半球台站高程序列周年性振幅和相位在南北方向分布具有非对称性. 另外通过空间测量技术测得南半球在纬度为 -15.7° 、 -25.5° 、-34.7° 和 -67.6° 的闭合环纬线变化率分别为 16.2 mm/a 、 23.1 mm/a 、 19.3 mm/a 和 2.0 mm/a, 即南半球纬线变化率为正值，反映了南半球纬线圈纬线以 2.0—24 mm/a 在拉长，表明南半球在纬线圈处于膨胀状态; 在北半球纬度 7.7° 、 23.3° 、 34.8° 、 42.0° 和 51.0° 的闭合环纬线变化率分别为 −20.0 mm/a 、−15.5 mm/a 、−3.5 mm/a 、−4.1 mm/a 和 −5.8 mm/a, 即北半球纬线变化率为负值，反映了北半球纬线圈纬线在缩短，表明北半球处于收缩状态; 另外测得南半球板块间在南北方向运动全是扩张，而北半球板块间在南北方向运动全是会聚，这表明北半球在南北方向压缩，南半球在南北方向拉伸; 并利用相对欧拉矢量得出同纬度板块回路速度闭合差，南半球纬度为 -10.0° 、 -20.0° 和 -30.0° 板块回路速度闭合差均为正值，北半球 40.0° 和 50.0° 板块回路速度闭合差均为负值，进一步证实了南半球膨胀，北半球压缩，即南北半球具有非对称性. 因此在近 20 年内空间大地测量实测资料定量地揭示了全球构造特征：空间位置和几何形态相互对称，而构造特征性质相反 — 即全球构造非对称性. 从而突破地球椭球对称观念, 并在非对称和非均匀观念下更好的认识地球.

参 考 文 献

1 马宗晋，高祥林，任金卫. 第四纪研究， 1992, 4: 293-305
2 King H D. Science, 1976, 192: 1293-1300
3 叶叔华主编. 运动的地球. 长沙：湖南科技出版社， 1996, 58-63
4 ZHOU Xu-Hua, WU Bin, ZHU Yao-Zong, et al. AcASn, 2001, 42(3)： 272-277
5 朱文耀，程宗颐，熊永清，等. 中国科学 (D 辑), 1998, 41(3): 314-318
6 HUANG Chen, HU Xiao-Gong, CHEN Zong-Yi. AcASn, 2001, 42(3): 248-258
7 Zhang Q, Zhu W Y, Xiong Y Q. Geophys Res Lett, 1999, 26(18): 2813-2816
8 ZHU Wen-Yao, HANG Ji-Long, MA Wen-Zhang. AcASn, 2000, 41(3): 312-319
9 Sillard P, Altamimi Z, Boucher C. Geophys Res Lett, 1998, 25(17): 3223-322
10 DeMets C, Gordon R, Argus D. Geophys J Int, 1990, 101: 425-478
11 DeMets C, Gordon R, Argus D, et al. Geophys Res Lett, 1994, 21: 2191-2194
12 ZHENG Da-Wei, DONG Da-Nan. AcASn, 1987, 26(4): 364-373
13 孙付平. 博士论文. 基于空间技术的现代地壳运动的研究， 1994

Quantitative Analysis of Global Tectonic Asymmetry

JIN Shuang-Gen ZHU Wen-Yao

(*Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai* 200030)

Abstract The relative motion rates and motion types of the Global active plate boundaries are obtained from space geodetic data, and the annual amplitudes and phases of the seasonal variation of GPS height whose distrbutions depending on the latitude are detected. In addition, the expansion of South hemisphere and compression of North hemisphere are derived from space geodetic measurements respectively. All these show that the spatial position and geometric shape of global tectonics are symmetrical while the tectonic feature is contrary——namely asymmetry of the Global tectonics.

Key words Astrometry: Space geodetics, Plate motion