参 考 文 献

- 1 Woo S S, Jiang J M, Gill B S, et al. Construction and characterization of a bacterial artificial chromosome library of *Sorghum bicolor*. Nucleic Acids Research, 1994, 22(22): 4922~ 4931
- 2 Wang G L, Holsten T E, Song W Y, et al. Construction of a rice bacterial artificial chromosome library and identification of clones linked to the *Xa-21* disease resistance locus. The Plant Journal, 1995, 7(3): 101~ 109
- 3 Zhang H B, Choi S D, Woo S S, et al. Construction and characterization of two rice bacterial artificial chromosome libraries from the parents of a permanent recombinant inbred mapping population. Molecular Breed, 1996, 2: 11~ 24
- 4 Frijters A C J, Zhang Z, Damme M, et al. Construction of a bacterial artificial chromosome library containing large *EcoR* iv and *Hind* Ⅲ genomic fragment of lettuce. Theor Appl Genet, 1997, 94: 390~ 399
- 5 Song W Y, Wang G L, Chen L L, et al. A receptor kinase-like protein encoded by the rice disease resistance gene *Xa-21*. Science, 1995, 270: 1804~ 1806
- 6 Dixon M S, Jones D A, Keddie J S, et al. The tomato *G-2* disease resistance locus comprises two functional genes encoding leucine-rich repeat proteins. Cell, 1996, 84: 451~ 459
- 7 Wang B, Xu W W, Wang J Z, et al. Tagging and mapping the thermosensitive genic male-sterile gene in rice with molecular markers. Theor Appl Genet, 1995, 91: 1111~ 1114
- 8 Wang B, Li C Y, Zheng H G, et al. Primary study on rice AFLP analysis-optimization of reaction conditions and analysis of TGMS rice allelic mutant lines. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(5): 502~ 507
- 9 伏健民, 邱芳, 谢伟武, 等. 植物高纯度大分子量 DNA 的快速、简便制备方法. 科学通报, 1998, 43(23): 2570~ 2572
- 10 Nezet D, Dmanac R, Lehrach H, et al. An improved bacterial colony lysis procedure enables direct DNA hybridization using short (10, 11 bases) oligonucleotides to cosmids. Nucleic Acids Research, 1990, 19: 182
- 11 Sambrook J, Fritsch E F, Maniatis T, et al. Molecular Cloning: a Laboratory Manual, 2nd ed. NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1989
- 12 Zhang H B, Zhao X, Ding X, et al. Preparation of megabase-size DNA from plant nuclei. The Plant Journal, 1995, 7: 175~ 184
- 13 Wu K S, Roder M S, Canal M W, et al. Isolation of plant DNA for PFGE. In: Bumeister M, Ulanorsky L eds. Methods in Molecular Biology, Vol 12. Totowa, NJ: Humana Press, 1992. 145~ 157
- 14 Ferrin L J, Camerini-Otero R D. Long-range mapping of gaps and telomeres with *RecA* assisted restriction endonuclease (RARE) cleavage. Nature, 1994, 6: 379~ 383

(1998-11-06 收稿, 1999-01-29 收修改稿)

中国大陆地壳运动的背景场

朱文耀 程宗颐 王小亚 熊永清

(中国科学院上海天文台, 上海 200030)

摘要 中国地壳运动是在全球地壳运动背景场中发生的, 为了研究中国大陆地壳构造运动的背景, 利用中国大陆及其周围地区的国际 GPS 地球动力学服务网的 12 个 IGS 站 3 年多(1995 年 5 月~ 1996 年 6 月)的 GPS 观测资料测定了这些 IGS 站的水平位移速率, 并由此初步分析了中国大陆周围各块体对中国大陆地壳运动的影响。

关键词 GPS 测量 中国大陆地壳运动 背景场

中国大陆处于欧亚板块的东南角区, 受太平洋和印度洋板块以及欧亚板块本体围限, 其独

<https://engine.scichina.com/doi/10.1360/csb1999-44-14-1537>

特的构造条件使陆内形变和各块体之间的相互作用及构造现象十分复杂,属全球现今构造运动最强烈的地区. 中国地壳运动是在全球地壳运动的背景场中发生的,其周围板块的作用必然对我国大陆的现今地壳构造形变场和应力场的形成和变化产生重要的影响. 我国地壳应力方向的观测结果表明,我国大陆的应力场受到印度板块和欧亚板块在喜马拉雅弧地区碰撞的强烈影响. 因此,中国大陆地壳运动的研究离不开背景场的研究. 中国大陆地壳背景场的运动参数以及中国大陆内部大尺度形变的监测,不仅对我国现代地壳运动的研究,而且对完善全球现代地壳运动的实测和连结,对全球地壳构造理论的检核和研究都具有十分重要的意义.

GPS 定位技术的发展,为高精度、高分辨率实测板块运动和地壳形变提供了保证. 为此,我们收集了我国大陆周边地区的几个具有代表性的全球 IGS 站基准站,如印度的 Bangalore,乌兹别克的 Kitab,俄罗斯的 Irkutsk,日本的 Tsukuba, Usuda, 韩国的 Taejon 和太平洋的关岛(Guam)等站以及我国的 IGS 站(如上海、拉萨、台北、武汉和西安等 GPS 站)的 3 年多(1995 年 5 月~1998 年 6 月)的 GPS 观测资料,进行了这些站运动速率的长期连续的监测(每月 1 次取 1 周的观测资料进行归算). 归算中选取 ITRF94 为地球参考坐标系,采用 IGS 生成的 GPS 精密星历和相应的地球自转参数. 资料处理的软件系统为上海天文台分析软件系统(SHAGAP),在解算中固定上海 GPS 站的历元坐标和位移速率. 它们的值取自上海 VLBI, SLR 和 GPS 3 种技术的联合解. 解算结果由表 1 和图 1 给出.

表 1 中国大陆及其周围背景 IGS 站运动速率的监测结果

站名	中文名	经度	纬度	北向 /mm·a ⁻¹	东向 /mm·a ⁻¹	北向 /mm·a ⁻¹	东向 /mm·a ⁻¹	北向 /mm·a ⁻¹	东向 /mm·a ⁻¹
Bangalore	班固罗尔	77°34'	13°01'	37.3±0.6	40.0±1.2	40.1	39.0	40.1	18.2
Guam	关岛	144°52'	13°35'	5.6±0.4	-9.5±0.6	20.1	-69.8	21.5	-29.9
Irkutsk	伊尔库兹克	104°19'	52°13'	-7.6±0.5	24.6±0.7	-9.8	22.8	2.2	1.8
Kitab	基塔布	66°53'	39°08'	3.6±0.3	31.0±1.0	2.4	25.9	1.2	5.1
Lhasa	拉萨	91°06'	29°36'	18.1±0.3	45.6±0.9	-6.6	25.1	24.7	20.5
Shanghai	上海	121°12'	31°06'	-12.8	33.1	-13.3	22.3	0.5	10.8
Taejon	大田	127°16'	36°12'	-14.6±0.2	28.9±0.6	-14.2	21.1	-0.4	7.8
Taipei	台北	121°38'	25°02'	-9.6±0.3	36.4±0.8	-13.3	22.3	3.7	14.1
Tsukuba	筑波	140°05'	36°06'	-9.5±0.3	-3.6±0.8	-15.7	19.2	6.2	-22.8
Usuda	乌苏	138°29'	36°12'	-8.0±0.2	0.1±0.5	-15.6	19.5	7.6	-19.4
Wuhan	武汉	114°15'	30°30'	-8.3±0.3	31.3±0.8	-12.4	22.9	4.1	8.4
Xi'an	西安	109°00'	34°12'	-8.1±0.3	29.4±0.8	-11.8	23.2	3.7	6.2

表 1 中第 5, 6 列为由 GPS 实测的结果, 第 7, 8 列为由地质、地球物理资料建立的板块运动模型 NNR-NUVEL1A 的估计值. 最后两列为相对于欧亚板块的运动速率.

各站位移速率(北向分量和东向分量)的测量精度由下列公式估计^[1]:

$$\sigma_v = \frac{\sigma_r}{T} \sqrt{\frac{12(n-1)}{n(n+1)}},$$

式中 σ_r 为测站坐标分量的单次解的中误差(单次解南北分量约为 1~2 mm, 东西分量约为 2~3 mm), n 为单次解的次数. T 为整个观测跨越的时间间隔(以年为单位).

从图 1 和表 1 给出的实测结果, 我们可做出如下的初步分析和推断:

(1) 位于中国大陆南西北背景的 Bangalore, Kitab 和 Irkutsk 站实测的水平运动速率与由地质、地球物理资料建立的板块运动模型 NUVEL1A 的估计值基本一致, 即实测的现今运动速率

图1 中国大陆及其周围背景场 IGS 站运动速率的 GPS 实测结果与 NNR-NUVELIA 结果

与以地质年代为尺度的平均速率基本一致。这似乎表明: 长期(百万年)以来, 这些站的运动所代表的块体(印度板块、欧-北亚和西伯利亚板块)的运动对中国大陆地壳的影响是稳定的。

(2) Bangalore 站相对于欧亚板块存在强烈的北东向的运动。这反映了印度板块东缘对中国大陆西南地区的强烈北东向的推挤作用。在这样的作用下, 拉萨站相对于欧亚板块存在明显的北向和东向的运动。与此对照, 北边西伯利亚的 Irkutsk 站相对于欧亚板块速率几乎为零, 而东部的上海、武汉和西安等站相对于欧亚板块的运动也不大。这显然表明: 印度板块对我国大陆地壳运动的影响自南向北, 自西向东逐渐衰减; 拉萨与 Irkutsk 站间必然存在东西向的断裂带, 中国西部与中国东部之间也必然存在南北向的断裂带, 而且这些断裂带可能是挤压性的, 文献[2]和[3]均证实了这些结果。

(3) 中国大陆东部背景日本的 Tsukuba 和 Usuda 站实测的运动速率与地质板块运动模型的估计值(表1中假定这两站在欧亚板块上)相差甚大。显然, 这两站已不属于欧亚板块。当然也不属于太平洋板块(否则差异将更大)。近几年的研究表明, 这两站可能属于北美板块。这次实测的结果确实表明这两站在全球框架(ITRF94)内的运动既没有像欧亚板块东部的站具有约 3 cm/a 的向东偏南运动, 也没有像太平洋板块西部地区约 7 cm/a 的向西运动。北美板块在这里延伸, 西边沿鱼川-静冈构造带和日本海东缘的地震带与欧亚板块相接, 东边沿千岛海沟和日本海沟与太平洋板块相连, 南边又与菲律宾板块交界。菲律宾板块西沿琉球和棉兰老海沟与欧亚板块相接, 东沿伊豆-小笠原、马里亚纳海沟与太平洋板块相连。太平洋板块与欧亚板块间北面夹了北美板块在日本的延伸带, 南面夹了个菲律宾板块, 并不直接相接(图2和图3)^[4]。因此, 太平洋板块向西北向的强烈的推挤并不会对中国大陆的地壳运动产生直接的影响, 其间接影响也不会太大。位于菲律宾板块与太平洋板块交界处的关岛(Guam)站实测的向西北运动速率要比太平洋板块向西北运动速率小得多。靠近菲律宾板块与欧亚板块交界的台北站与上海站的相对运动甚小。而位于上海站西面的武汉站的东向的运动反而比上海站小。这些结果均说明太平洋板块对中国大陆地壳运动的影响也是不大的。

图2 欧亚、北美、太平洋和菲律宾
板块在这里交汇

图3 日本海东缘的地震带

致谢 本文得到国家攀登项目“现代地壳运动与地球动力学研究”(编号: 970231003)和国家重点基础研究发展规划“大陆强震机理和预测”(编号: 95-13-03-02)资助项目。

参 考 文 献

- 1 NASA/GSFC, Crustal Dynamics Project Preprint 1985, No. 51
- 2 朱文耀, 程宗颐, 熊永清, 等. 利用 GPS 技术监测中国大陆地壳运动的初步结果. 中国科学, D 辑, 1997, 27(5): 385~ 389
- 3 朱文耀, 程宗颐, 姜国俊. 利用 GPS 技术监测中国大陆地壳运动的初步结果. 天文学进展, 1997, 15(4): 373~ 376
- 4 日本建设省国土地理院. 地震とその予知. 平成9年3月

(1998-08-08 收稿, 1999-03-08 收修改稿)

Upper Jaramillo 极性转换与短极性事件期间 地球磁场变化特征

郭 斌 朱日祥 丁仲礼^④ 孙继敏^④

(中国科学院地球物理研究所, 北京 100101; ④中国科学院地质研究所, 北京 100029)

摘要 对黄土高原靖边郭家梁剖面黄土层 L10 和 L11 以及古土壤层 S10 进行了详细的岩石磁学和古地磁学研究, 结果表明: () Jaramillo 极性亚时内存在一持续时间约为 8.5ka 的短极性事件; () 短极性事件和 Upper Jaramillo (UJ) 极性转换期间虚地磁极(VGP)的移动轨迹存在一定的差异, 短极性事件从正极性到负极性($N \rightarrow R$)转换期间 VGP 沿美洲大陆移动, 从负极性到正极性($R \rightarrow N$)转换期间 VGP 移动具环太平洋的特点, 而 UJ 期间 VGP 集中于澳大利亚西北。

关键词 Upper Jaramillo 短极性事件 黄土 靖边

对极性转换和短极性事件期间地球磁场变化特征的研究, 是探索地球磁场倒转的主要途

<https://engine.scichina.com/doi/10.1360/csb1999-44-14-1537>