

华南东部地区地壳波速结构的构造地质意义

范小林 殷勇

(地矿部石油地质中心实验室)

P3152

提要 本文利用地震测深资料得到的地壳波速结构, 结合岩石学研究成果, 建立该地区地壳结构的岩石(学)地球物理模型, 并由此讨论该地区深部地壳结构的构造地质意义。指出, 华南东部地区主要具由扬子古陆块与华夏古陆块相互作用引起的叠壳式陆内层块构造活动特征, 且伴有异地块(?)增生于华夏古陆边缘

关键词 地壳结构模型 叠瓦式层块构造 华南东部

华南地区, 构造活动特征,

引言

地震地质

近10年来, 人们在华南东部地区进行了深部地球物理调查工作(图1), 获得了十分珍贵的深部地球物理信息, 为探索该地区深部地壳构造与地壳浅部(地表地质)构造之间的关系提供了地球物理依据。1982年, 国家地震局在永平地区进行爆破地震测深工作^[1,2]。

1982—1985年和1986—1988年, 福建省地震局在福建地区又作了长乐—汕头—龙川和宁德—永春等5条剖面的测深工作^[3,4]“七、五”期间, 地矿部物化探局实施的华南地学断面项目中地震测深工

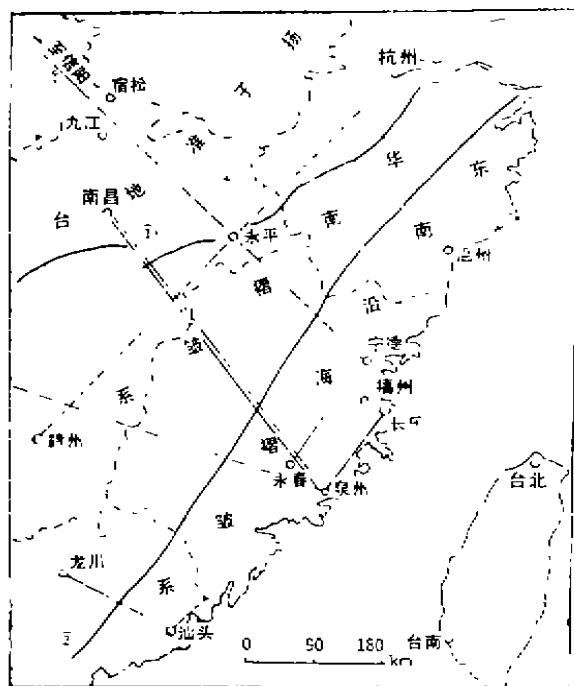


图1 研究区地震测线位置示意图

Fig. 1 Sketch of the location about the seismic measuring line in the studying area

1. 构造单元界线, 2. 地震测线, 3. 地震测线(华南地学断面); 4. 图8剖面位置;

①江绍断裂; ②丽海断裂

作也横贯本研究区^[6]。本文根据已有的深部地球物理信息和有关文献^[8,7]参考国外深钻成果、实验岩石学研究成果等有关资料^[8-11]，结合地表地质研究、建立该地区地壳结构岩石(学)地球物理模型，并由此探讨构造地质意义。

一、模型的提出

图2、3、4是近年来人们通过地震测深工作获得的地壳波速资料建立起来的，能代表本研究区内的地壳波速结构模型^[1-7]。这些模型在参考深钻，实验岩石学研究成果之后^[8-11]，有可能为我们建立起该地区接近于现代大陆地壳结构的断面。参考刘国栋，孙武城等^[12,13]提出的陆壳三分性及有关文献资料^[6,14]经综合整理之后，编制了如图5所

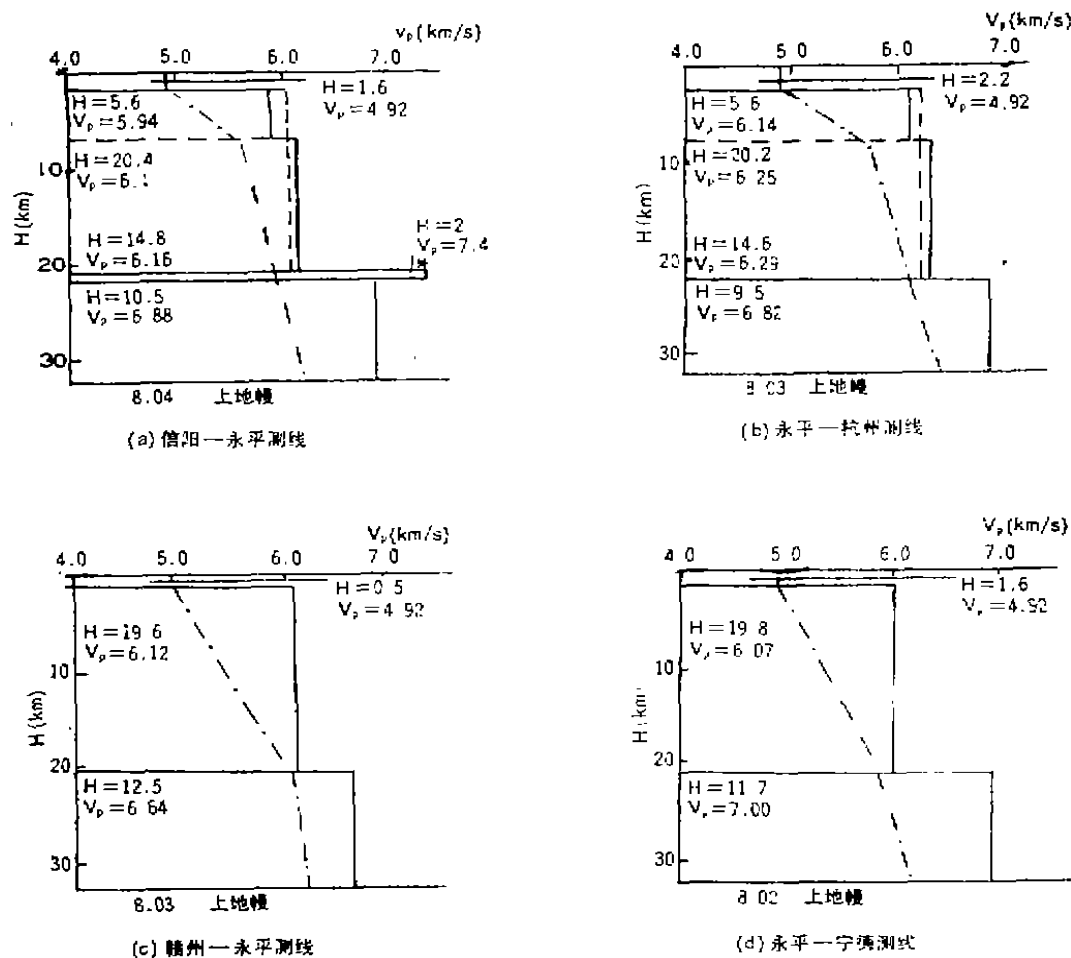


图2 中国东南部地壳速度模型(据谢宾克等, 1989; 朱良葆, 1987)
Fig. 2 Model of the crustal velocity in Southeast China

注: *据文献[6], 高速薄层。

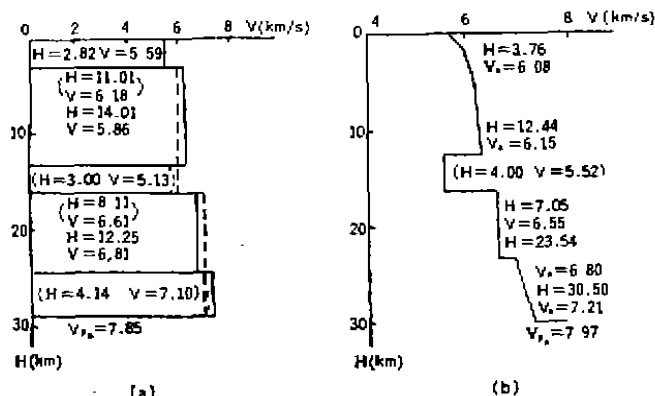


图3 汕头—泉州(a)和泉州—长乐(b)地壳速度结构模型

(据廖其林等, 1988)

Fig. 3 Model of the crustal velocity structure in Shantou—Quanzhou zone (a) and Quanzhou—Changle zone

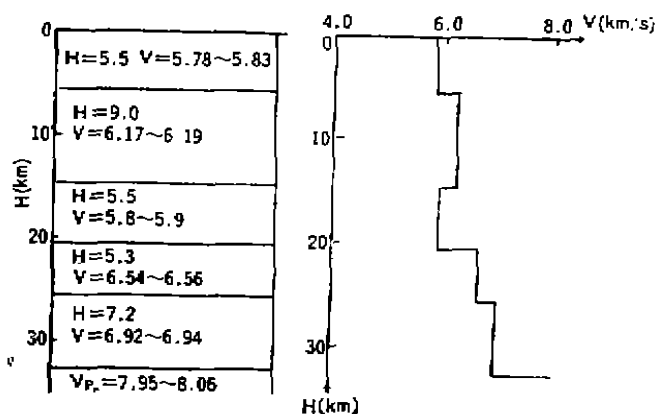


图4 宁德—永春剖面地壳速度结构

(据廖其林等, 1990, 改编)

Fig. 4 The crustal velocity structure of the profile in Ningde—Yongchun zone

示、大致代表了中新生代以来该地区的地壳结构岩石(学)地球物理模型。但因该地区缺失深钻资料, 现仍属提供线索阶段。

图5揭示了该地区地史演化至今的地壳内部结构与性质有明显的差异。研究区内普遍存在以麻粒岩相(中、基性成分麻粒岩、紫苏花岗岩)组成的下地壳和广布中新生代沉积的盖层。此外, 还存在着三类性质各异的地壳结构组合:

(1) 在下地壳之上以绿片岩相(板岩、千枚岩、变粒岩、片岩和花岗岩)为主的“单层”上壳结构。如区内华南褶皱系(闽西北)和东南沿海褶皱系(闽东南、粤东)。

(2) 在下地壳之上以角闪岩相(中性成分的广泛混合岩化的各种片麻岩和片岩, 少量斜长角闪岩)和绿片岩相共同组成的中、上地壳双层壳结构。如区内华南褶皱系(闽西南、赣东)和东南沿海褶皱系(闽东北)。

(3) 以下地壳之上“单层”上壳结构为主, 且上叠巨厚沉积岩层, 下伏薄层超镁铁质岩相(据地表地质推断为古蛇绿岩套在壳内的残留)的“多层”上地壳结构。如区内扬子准地台(浙西、赣东北)。

除此之外, 地壳厚度在闽东南、粤东一带小于30km, 其他地区均在30—32km范围内舒缓起伏变化。

上述地壳结构特征与地史阶段中多种构造地质活动有关, 特别是中新生代以来, 中国东南大陆边缘在“东西两条锋线”^[15]的强大作用下发生了巨大的“变格运动”^[16], 尤其是东部锋线对它的影响更甚, 致使当今该地区地壳在纵向上出现不同的“层”结构, 侧向上地壳底界的起伏, 壳内层块结构埋深不一, 岩相展布各异的现象。

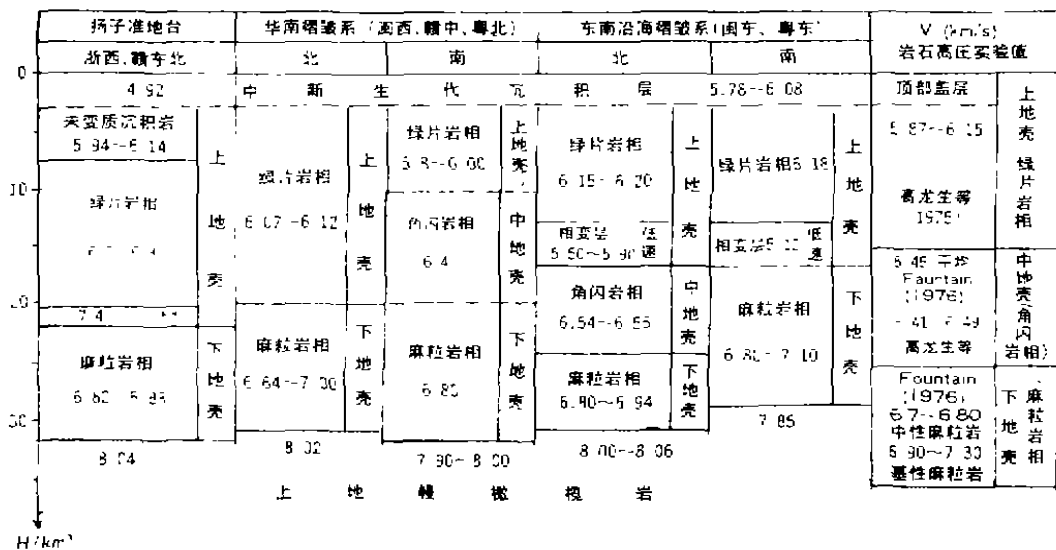


图5 华南东部地区地壳结构的岩石(学)地球物理模型

Fig. 5 A petrographic-geophysical model of the crustal structure in the east area of South China

注: 1. 图中数字为地震测深波速值Vp (km/s); 2. ••高速层, 据文献〔6〕; 3. 据文献〔5〕, 波阻抗界面

二、模型的地质推断

任何一个地球物理模型具有一定的多解性, 但加以某些特定的地质条件限制(如地表地质, 实验地质等), 赋予模型一个合适的地质意义, 将有助于人们讨论和认识各类地质问题。作者根据图5, 结合野外地质考察和室内分析研究, 提出如图6所示的可能符合当今该

地区的大陆地壳断面结构模式, 并给予一个可能的地质推断, 和同行们一起讨论。

地表出露的大于1.0Ga的变质岩系零星分布研究区内〔17-18〕。绿片岩相组成的上地壳物质, 大部分是这类岩石在壳内的延伸。据地质分析, 这些中上元古界(部分古生界)地层的物源是由早元古界扬子古陆和华夏古陆〔17〕所供给并堆积于其边缘的深海相沉积物。区内以麻粒岩相和角闪岩相为主体组成的中下地壳, 可能代表了大于1.0Ga的古

构造单元	扬子准地台	华南褶皱系		东南沿海褶皱系	
		北	南	北	南
	中	新	生	界	沉
地	古生界	古生界~	元古界~	古生界~	古生界
	元古界	元古界	元古界	元古界(r)	元古界
壳	古洋壳物质	古洋壳	华夏古陆块	壳内弱性剪切带	华夏古陆块
	扬子古陆块	扬子古陆块	扬子古陆块	扬子古陆块	异地微陆块(r)

图6 华南东部地区地壳深部地质结构示意图
(据图5、地表地质推断)

Fig. 6 Sketch of deep crustal structure in the east area of South China

陆块在现今壳内的残留。研究区内的扬子准地台、华南褶皱系、东南沿海褶皱系（闽东北）下地壳为麻粒岩相层块（相对高速、高刚性强度），推断其系构成扬子准地台主体的川中克拉通（2.2—2.4Ga）^{〔18,19〕}块体受后期板块构造活动影响在本区的延伸。东南沿海褶皱系（闽东南、粤东）深部存在的麻粒岩相下壳层，其层顶界埋深在16—17km，明显高于邻区相应壳层顶界埋深（20—22km）。并且其厚度也大于邻区相应层的厚度（前者12km、后者≤10km）。再者，其总体地壳结构组成与相邻地区的壳结构组成存在差异（图5）。因此我们推断它可能代表了“东西锋线”作用萌生期间增生于华夏古陆边缘的一个异地块体。中地壳角闪岩相层块分布于研究区内的华南褶皱系（闽西南、赣东）和东南沿海褶皱系（闽东北）及北东延伸区域中，它的构造层位埋深与作者在“七·五”期间研究华南深部地质构造工作中推断组成华夏古陆的高磁异常地质体层的埋深相当，则认为它代表了华夏古陆块体。

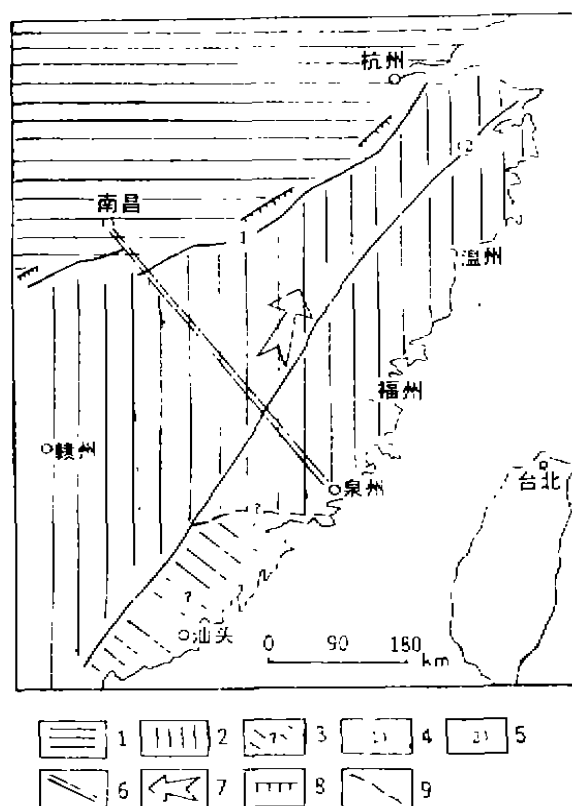


图7 华南东部陆内板块活动特征示意图

Fig. 7 Sketch of intracontinental plate movement in the east part of South China

- 1、扬子古陆块（插下去板块）；2、华夏古陆块（推上去板块）；3、推断异地陆块；4、江绍断裂；5、丽水—海丰断裂；6、图8剖面位置；7、华夏古陆块运动方向（NNE）；8、蛇绿岩套（萍乡—玉山，江山—绍兴）；9、推断异地块体拼接带

三、模型的构造地质意义

由地震测深得到的深部地质结构表现为构造地质层体被在地壳浅部看起来是陡倾角，随着深度的增加而变成缓倾角且部分趋于近似水平层状的地壳断裂所分割，构成层块结构。这些深层断裂体系与构造层块地质体共同组成了能反映出陆内层块构造活动迹象的立体图案。图7、图8粗略地表达了华南东部地区陆内层块构造活动和深部地壳地质构造特征模式。它们代表了用地质、地球物理和岩石学资料综合推断解释的成果，为分析深、浅部构造之间的关系提供深部构造背景。

考虑到同太平洋（库拉）板块的向北移动相匹配，大陆块体的挤榨是同北北东向以左移为主的板块平移活动相一致^{〔20〕}的。当华夏古陆对扬子古陆在敛合后“进一步推掩、压榨”^{〔20〕}时，可能沿着古生代期间两大陆不规则敛合带进行陆内的敛合、平移（或走滑）而产生“陆内挤榨”式产物：在推上去板块的前锋带（玉山—江山—绍兴一带）及其前缘地区（皖南、浙西、赣东北一带）断续展布具古洋壳特征的蛇绿岩套^{〔21,22〕}（图7）。据作者与邓晋福老师等在歙县

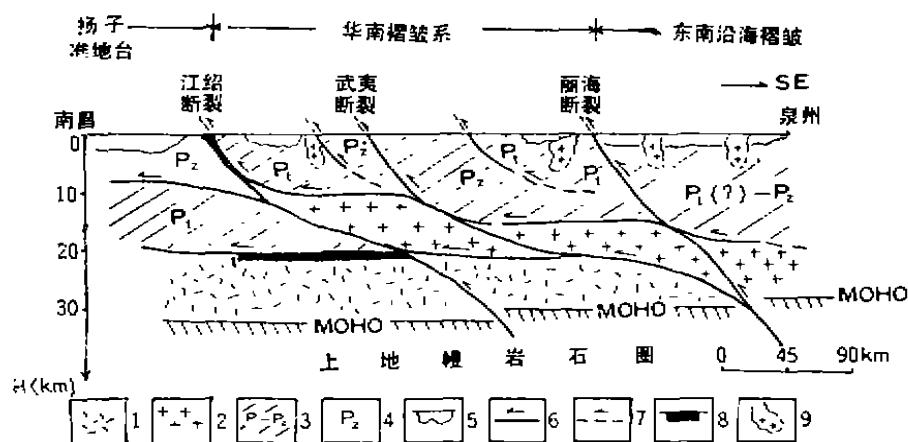


图8 华南东部地壳构造特征推断图(剖面位置见图1, 图7)

Fig. 8 Inference of the crustal structure in the east part of South China

1. 扬子古陆块; 2. 华夏古陆块; 3. 元古界、古生界(变质); 4. 古生界(未变质);
5. 中生界; 6. 主要深大断裂; 7. 主要断裂; 8. 古洋壳残留; 9. 侵入岩体

伏川一带实测蛇缘岩套剖面资料推断。该蛇缘岩套在地壳内部的残留应与该地区扬子准地台深部(包括部分华南褶皱系北缘对应的深部(?))壳内高速薄层相当。从图5、6可见, 该高速薄层的埋深低于华夏古陆层块, 大致接近其底界, 而它正好位于扬子古陆层块的顶界附近。这隐喻着地表江绍断裂附近是两古陆俯冲合前缘带, 其东侧存在着扬子古陆相对华夏古陆作陆内俯冲, 出现叠壳式大陆地壳(见后文)。

华南东部地区的深部地质构造特征表现为“东西锋线”挤压构造体制下的相对刚性块与相对弱刚性块之间陆内俯冲(层块构造活动)方式。从而为地壳浅部层块指向北西的褶皱冲叠提供了深部动力学背景(图8)。基于“沿海地区褶皱带在加里东期的拼贴作用是存在的”(23), 且从图5、6和图8看出华夏古陆并不生根, 地表地质又表明, 在研究区内, 元古界地层叠置在古生代地层之上, “构成了可能的外来岩席”(23)。这与现代地球物理调查反映的地壳结构特征上所揭示的华夏古陆叠置在扬子古陆之上: 华南褶皱系地区的缘片岩相层埋深浅于扬子准地台相应的岩相层而相一致。这同样隐喻了在研究区内发育受中生代以来板块活动对陆内构造层块作用影响而导致这类层块通过壳内构造弱化带(现今表现在地球物理特征上为壳内低速层、波阻抗界面)进行水平位移的叠层(壳)块构造形式。

综上所述, 该地区深部体现为指向南东的陆内层块俯冲, 浅部(地表)则表现为指向北西的陆内层块褶皱冲叠掩形构造特征。

结 语

深部地球物理工作证实了大陆地壳内部具层块结构, 在板块构造活动影响下, 陆壳内部也可以产生陆内层块构造活动。应用板块构造理论研究陆内地壳构造层块活动特征将会促进我们对这一地区的大地构造演化研究。

本文是作者在张渝昌教授指导下进行古生代盆地构造研究专题工作基础上完成的, 谨在

此表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 国家地震局永平爆破观测小组, 永平爆破与我国东南地区深部构造研究, 中国大陆深部构造的研究与进展, 地质出版社, 1988.
- [2] 谢奕克, 郭坤一, 中国东南岩石圈板块边界变质带, 地质出版社, 1989.
- [3] 廖其林等, 福州—泉州—汕头地区地壳结构的爆炸地震研究, 地球物理学报, 1988, 31, (3).
- [4] 廖其林等, 福州盆地及其周围地区地壳深部结构与构造的初步研究, 地球物理学报, 1990, 33, (2).
- [5] 袁学诚, 宋宝春等, 台湾—黑水地学断面, 中国地球物理学会年刊, 1990. 地震出版社.
- [6] 朱良葆, 江西永平爆破北西测线资料再解释, 地球物理学报, 1987, 30, (2).
- [7] 国家地震局《深部物探成果》编写组, 中国地壳上地幔地球物理探测成果, 地震出版社, 1986.
- [8] E. A. 科兹洛夫斯基主编, 张秋生主译, 科拉超深钻, 地质出版社, 1989.
- [9] 高龙生等, 中国大陆岩石标本在高压下弹性波初步研究, 地球物理学报, 1975, 18, (8).
- [10] Fountain, D. M., The Ivevar—verbano and stronaceni zone, Northern Italy, A cross—section of continental crust—new evidence of seismic velocities of rock sample, Tectonophysics, 1976, Vol. 33.
- [11] Fountain, D. M. et al, Exposed cross—section through the continental crust; Implications for crustal structure petrology and evolution, Earth planet, Sci. Lett., 56, 1981, 263—277.
- [12] 刘国栋等, 华北地区壳内高导层及其与地壳构造活动性关系, 中国科学, B辑, 1984, (9).
- [13] 孙武城等, 华北东部地区地壳结构的初步研究, 地震地质, 1985.
- [14] 国家地震局科技监测司编, 中国大陆深部构造的研究与进展, 地质出版社, 1988.
- [15] 朱夏, 中国东部板块内部盆地形成机制的初步探讨, 石油实验地质, 1979, 1, (1).
- [16] 朱夏, 中国中生代含油气盆地的大地构造特征及有关问题, 中国大地构造问题, 科学出版社, 1965.
- [17] 水涛, 中国东南大陆基底构造格局, 中国科学, B辑, 1987, (4).
- [18] 董申葆等, 中国变质作用及其与地壳演化的关系, 地质专报, 第4号, 地质出版社, 1986.
- [19] 陈焕疆, 论板块大地构造与油气盆地分析, 同济大学出版社, 1990.
- [20] 朱夏, 中国中生代沉积盆地构造发展述略, 中国中生代沉积盆地, 石油工业出版社, 1990.
- [21] 郭令智等, 华南大地构造格架和地壳演化, 国际交流地质论文集, 地质出版社, 1980.
- [22] 许靖华, 华南大地构造及其与日本的联系, 地球科学进展, 1989, (1).
- [23] 张渝昌等, 扬子地区古生代盆地构造格架和油气关系的若干初步认识, 石油实验地质, 1989, 11, (3).

TECTONIC SIGNIFICANCE ON THE STRUCTURE OF CRUSTAL WAVE—VELOCITY IN THE EAST AREA OF SOUTH CHINA

Fan Xiaolin and Yin Yong

(Central Laboratory of Petroleum Geology, MGMR)

[Abstract] By using the structure of crustal wave—velocity which

inferred from seismic sounding data and by referring to the petrographic research achievements, a petrographic—geophysical model of the crustal structure is set up and the tectonic significance of deep crustal structure is also discussed in this paper. The authors point out that there are super-imposed intercontinental layer—blocked structures in the area between Yangtze Old Land and Cathaysia as well as the accretion of allochthonic block along the boundary of Cathaysia in South China.

[Key words] Model of the crustal structure; Shingle—block structure; East part of South China

● 简 讯 ●

第二届全国活动断裂研究学术讨论会在北京召开

第二届全国活动断裂研究学术讨论会于1991年10月8—12日在北京国家地震局地质研究所召开,会议并于13—15日组织了部分代表到延庆—怀来—涿鹿盆地进行活动断裂野外考察。

中国地震学会地震地质专业委员会主任邓起东研究员致开幕词并主持了会议,在开幕式上,丁国瑜研究员代表中国地震学会致贺词并作了题为《中国活断层的习性特征》学术报告,马杏垣教授代表中国地质学会构造专业委员会致贺词,徐煜坚教授、李坪教授出席了会议并讲了话,刘国栋研究员代表东道主地质所致了欢迎词。在闭幕式上,马宗晋研究员作了题为《中国断裂构造格局及其力学机制》学术报告,最后由邓起东主任作会议总结。

会议收到论文摘要117篇。来自国家地震局、各直属所、各省地震局(办)、水科院抗震所、北京大学地质系等单位代表共106人。到会的论文作者都在大会或分组会议上发了言。会议分五个专题进行了交流:1.不同类型活动断裂特性比较研究;2.活动断裂分段性研究;3.工程建设中的活动断裂研究;4.隐伏活动断裂研究;5.活动断裂研究方向和问题讨论。

活动断裂研究对地震危险性分析、工程安全评估以及地壳动力学研究都有十分重要的意义。活动断裂这个概念自本世纪初提出以来至今,对它的研究经历了三个发展阶段:第一个阶段为七十年代以前,主要进行区域性地质调查,辨别活动断裂,确定它的存在和分布;第二个阶段为八十年代初,对活动断裂揭开了定量研究的序幕,开始研究活动断裂的活动方式、滑动速率以及它的几何学和运动学特征,包括研究古地震的大小、年龄和重复间隔;第三个阶段为近年来进行的活动断裂分段性研究和对活动断裂进行大比例尺填图等综合研究工作。活动断裂研究的迅速发展,使得地震预测、工程稳定性评价以及减灾对策建立在更加可靠的基础之上。

(广东省地震局 黄日恒)