

DOI: 10.3724/SP.J.1140.2009.05059

块体与块体构造学说

张训华^{1, 2}, 孟祥君^{1, 2}, 韩波^{1, 2}

(1 国土资源部 海洋油气资源与环境地质重点试验室, 青岛 266071; 2 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071)

摘要: 从“块体”一词的使用历史和作为一级构造单元在构造区划中的应用出发, 在系统总结刘光鼎综合地质-地球物理思想和研究成果基础上, 将其学术思想归纳、概括、凝炼, 提出了“块体构造学说”; 指出“块体构造学说”是在以活动论为内涵的全球构造思想指导下对“板块构造学说”的发展, 并概括了在中国的实际应用。

关键词: 块体; 块体构造学说; 板块构造学说; 活动论

中图分类号: P736.1 文献标识码: A 文章编号: 0256-1492(2009)05-0059-06

1 块体

自15世纪出现到20世纪中叶, “块体”一词应用于描述地表单元物质, 并将崩塌、滑坡、泥石流和蠕动等岩体运动称之为“块体运动”。将“块体”一词赋予构造含义最早出现在20世纪80年代。在刘光鼎先生主编的“中国海区及邻域地质地球物理系列图”及其说明书^[4]中, 将“块体”作为其中一级构造单元, 区别于板块、地块和地体。

刘光鼎(1993)将中国海区及邻域划分为欧亚板块和菲律宾海板块2个一级构造单元; 在此基础上又进一步分为东亚大陆区(I)、东亚大陆边缘区(II)和菲律宾海区(III)3个二级构造单元; 其中, 东亚大陆区又分为华北-狼林块体(I₁)、大别-临津江结合带(I₂)、扬子-京畿块体(I₃)、江绍-沃川结合带(I₄)、华南-小白块体(I₅)、红河-三江结合带(I₆)、印支块体(I₇)等7个三级构造单元; 东亚大陆边缘区又分为海南-飞驒结合带(II₁)、南海-东海陆架块体(II₂)、玉里-三波川结合带(II₃)、冲绳海槽块体(II₄)、日本海块体(II₅)、四万十-琉球海沟俯冲带(II₆)、台湾纵谷仰冲带(II₇)、马尼拉海沟-菲律宾海沟对冲带(II₈)、苏禄海盆(II₉)、苏拉威西海盆(II₁₀)和加里曼丹块体(II₁₁)等11个三级构造单元; 菲律宾海区又分为菲律宾海盆(III₁)、九州-帕劳脊(III₂)、四国-帕里西维拉海盆(III₃)和伊豆-小笠原脊(III₄)等4个三级构造单元(图1)。

刘光鼎(1997)将中国大陆构造宏观格架概括为

“三横, 两竖, 两个三角”, 并在此基础上又划分出了印度、冈底斯、羌塘、塔里木、华南等块体和柴达木-祁连、鄂尔多斯、松潘-甘孜、四川等构造单元(图2)。“三横, 两竖, 两个三角”既是块体之间的结合带, 具有褶皱造山带或深大断裂的活动性, 又往往与岩浆、变质作用联系起来, 从而表明这里有深部通道, 可以为金属矿提供物质来源; 在“三横, 两竖, 两个三角”结合带之间的块体上分布有沉积盆地, 则是寻找油气资源的区域。

笔者认为, 刘光鼎先生的一项重大的学术贡献就是在板块构造学说和槽台构造学说基础上, 根据对中国地质和地球物理场特征的细致观察和综合思考, 将全球构造活动论与中国地质的具体实际结合起来, 完成了一系列理论创新, 它们既深深地扎根于中国的地质和地球物理场的客观事实, 又针对我国国民经济发展的实际需求, 因此, 甫经提出立即在指导中国的深部找矿和海相碳酸盐岩中寻找油气发挥了重要作用, 取得了丰硕的成果。笔者在“浅谈对块体构造学说的认识”(张训华等, 2008)一文中已经将刘光鼎的这些理论创新概括地称之为“块体构造学说”, 并发表在《中国地质地球物理研究进展》上。本文是在该文章基础上, 应读者要求, 重新整理后在刊物上发表。

2 块体构造理论

2.1 “块体构造学说”之理论

全球构造活动论与板块构造理论是研究大地构造问题和进行综合地质地球物理解释的基础, 也是解决问题的指导思想, 是构建大地构造演化的思想之源。“块体构造学说”接受而又超越板块学说和槽

作者简介: 张训华(1961—), 男, 研究员, 博士生导师, 主要从事海洋地质地球物理学研究, E-mail: xunhuazh@vip.sina.com

收稿日期: 2009-06-20; 改回日期: 2009-07-22. 张光威编辑

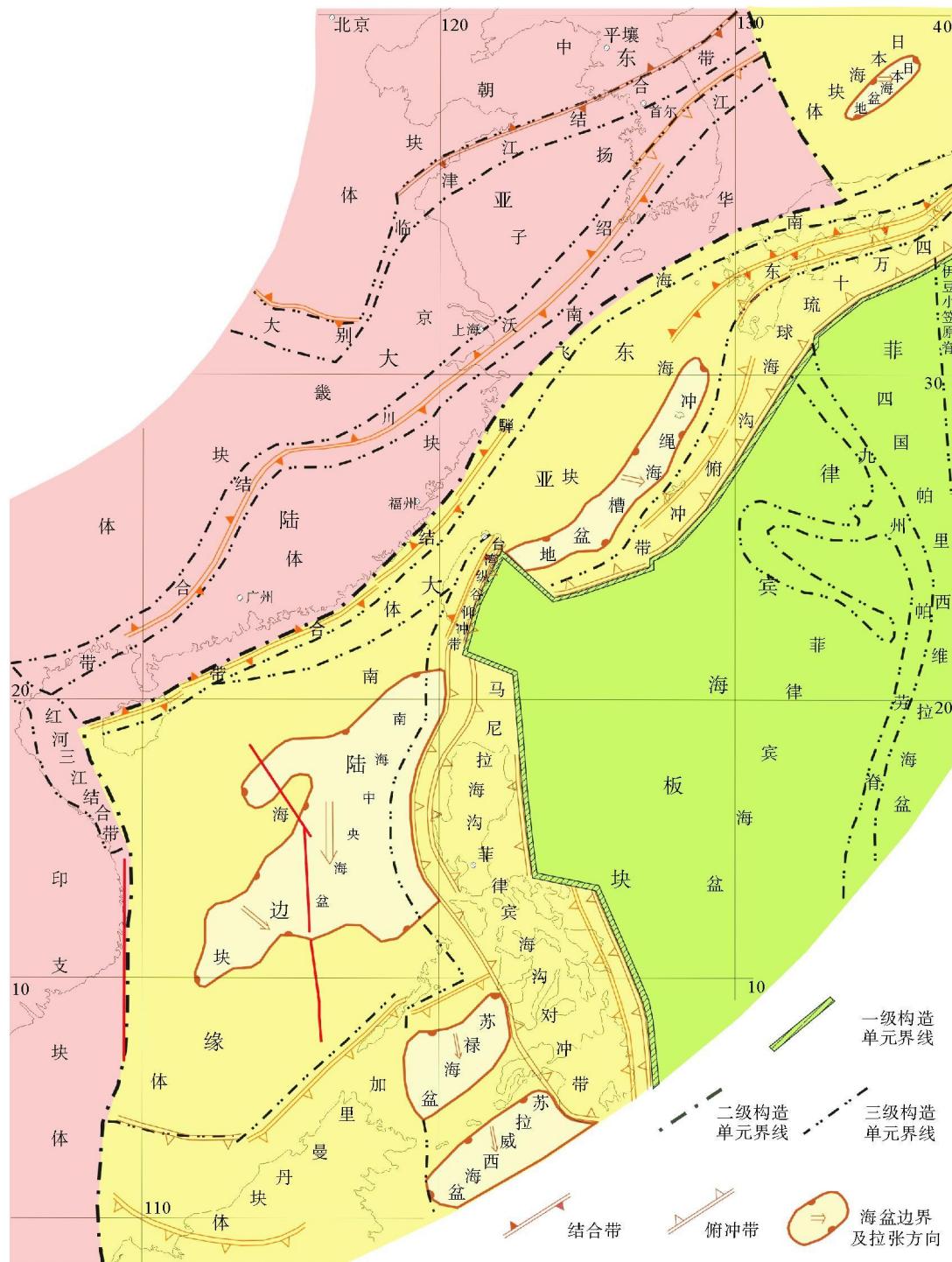


图 1 中国海区及邻域构造分区

Fig. 1 Tectonic division of China seas and adjacent regions

台学说, 论述板块而不拘泥于板块, 使用槽台而不僵化于槽台, 从岩石层演化存在的客观事实出发, 在更广泛的时间与空间中考察全球构造活动。因此, “块体构造学说”可以适用于更老地质历史时期, 在更广阔的时空中发挥理论指导作用^[1, 3-4, 12]。

2.2 “块体构造学说”之中国海陆大地构造演化^[1-2]

中国海陆大地构造演化的五幕演化史, 是指地

壳岩石层在其发展过程中经历了陆核形成、古全球构造、中间过渡和新全球构造等阶段。在前两个阶段中, 不同块体形成的时代不同, 进而是有“同序时差”的表现(表 1)。

(1) 陆核形成: 中国大陆雏形的陆核分别出现于太古代(Ar)(华北), 元古代(Pt)(扬子、南华、塔里木等)。它们经过成台过程, 逐渐过渡成陆壳, 并逐渐稳定化;

表1 中国海陆地壳的发展演化(刘光鼎, 1992)

Table 1 Development and evolution of oceanic continental crust in China (after LIU Guangding, 1992)

地壳发展阶段		时代	备注
阶段	时期地质		
新全球构造	俯冲, 沉降	E ₃ ² —Q	
	拉张, 聚敛	K ₂ —E ₃ ²	
	挤压, 改造	T ₃ —K ₁	
古全球构造	中间阶段	P—T ₂	
	稳化	D—C	
	成台过渡	Pt ₃ —S	同序时差
	陆核形成	Pt ₃ —O	
		Pt ₁ —2	
		Ar	

(2) 古生代拼接: 自元古代末(P_{t3})到古生代(P_z)期间, 上述块体经过多次聚敛与离散, 最终在印支运动拼合成古中国大陆;

(3) 中生代(T₃—K₁)挤压和改造: 印支运动揭开阿尔卑斯构造旋回, 地壳演化进入新全球构造发展阶段, 即板块体制。西部特提斯域的3次变格, 形成中国大地构造的西部锋线。中国东南大陆边缘也有3条缝合带: 海南-飞驒(T₃—J₁)、玉里-领家(J₃—K₁)、东京-马尼拉(K₂—E₁), 形成中国大地构造东部锋线;

(4) 晚白垩世-中渐新世(K₂—E₃²), 太平洋板块向欧亚板块聚敛, 板内拉张, 地壳减薄, 在滨太平洋域内形成一系列箕状坳陷, 并有陆相沉积物充填;

(5) 中渐新世-第四纪(E₃²—Q), 洋壳向欧亚板块俯冲, 形成西太平洋沟-弧-盆体系, 陆内沉降, 出现现今中国海大地构造的基本面貌。

上述演化过程具体体现于1个分界、2条锋线、3次变格和4条转换断层。

2.2.1 1个分界 即以印支期为界。印支期以前为古全球构造阶段, 前寒武纪期间在特提斯洋中有华北、扬子、南华、塔里木等多个陆核出现, 它们发展壮大, 形成相对稳定的克拉通, 块体之间无相互作用, 属槽台体制。直到古生代末拼合成古中国大陆, 当时还没有青藏高原, 而块体的拼合属板块体制。

2.2.2 2条锋线 中生代期间, 羌塘、冈底斯、印度先后从南大陆北上, 使特提斯作“手风琴式”的启闭, 形成特提斯域的锋线; 随后, 新生代期间太平洋板块改变扩张方向, 使菲律宾海板块向欧亚大陆聚敛, 甚至俯冲, 出现沟-弧-盆系, 板内拉张, 地壳减薄, 形成太平洋域的锋线。

2.2.3 3次变格 自南大陆北上的羌塘与塔里木碰撞, 缝合线为澜沧江-金沙江, 时代为T₃—J₁。之后, 冈底斯又自南大陆北上与羌塘碰撞, 缝合线为怒江-班公湖, 时代为J₃—K₁。随后, 印度又经南大陆北上与冈底斯碰撞, 缝合线为雅鲁藏布江, 时代为K₂—E₃²。这3次变格波及面广, 使中国大陆受到严重的挤压和改造。

2.2.4 4条转换断层 中生代侏罗纪时期, 太平洋板块在4条南北向转换断层之间发育成长, 进入新生代始新世时, 转换断层扩张方向转变为NW—SE, 由马里亚纳海沟-岛弧-弧后盆地系圈出菲律宾海板块, 在欧亚板块与菲律宾海板块之间, 板缘聚敛, 板内拉张, 地壳减薄, 形成滨太平洋域并有一系列断陷盆地在中国大陆东部出现。

2.3 “块体构造理论”之中国海陆大地构造格架

中国海陆是由多个块体于不同时期拼合而成的。对中国大陆多块体、多梯级带的现象可以用“东西成带, 南北分块”来描述其特征, 也可以用“三横, 两竖, 两个三角”来形容中国大陆宏观的构造格架(图2)。“三横”是指天山-阴山-燕山、昆仑-秦岭-大别和南岭三条横向展布的构造带; “两竖”是指大兴安岭-太行山-武陵山梯级带和贺兰山-龙门山南北带; “两个三角”即阿尔金山-祁连山所包围的柴达木及松潘-甘孜地区, 它们以昆仑-秦岭为底线, 顶角分别指向南北。“三横”所分割的是华北、扬子、华南块体; “两竖”则给出了特提斯域、滨太平洋域及它们之间的过渡带。在“三横, 两竖, 两个三角”的结合带附近是各种金属矿床赋存地; 在“三横, 两竖, 两个三角”的结合带之间是油气勘探的主要研究目标^[5, 7]。对于中国海区及邻域可以用多个块体、多个海盆和其间的多个构造带来描述(图1)。

2.4 “块体构造学说”之中国海陆宏观地势演化

古生代末, 不同块体拼合而形成古中国大陆, 当时远还没有青藏, 而是特提斯洋。古生代末-侏罗纪, 中国西部属特提斯洋, 地势低, 而东部地势高, 有些地层受剥蚀而缺失; 新生代期间, 地壳遭受构造运动的强烈挤压、抬升, 特提斯域演化形成青藏高原, 地壳厚度增大, 地势增高; 随后, 滨太平洋域受到S—N向拉张, 地壳减薄, 地势降低; 中国海位于欧亚板块东侧, 它的形成演化受太平洋板块、印度洋板块和欧亚板块三大板块相互运动的控制。中国海的形成最初起始于三叠纪中晚期, 随着印支运动(T₂—T₃)揭开阿尔卑斯构造旋回, 地壳演化进入新全球

中国大地构造格架：三横、两竖、两个三角

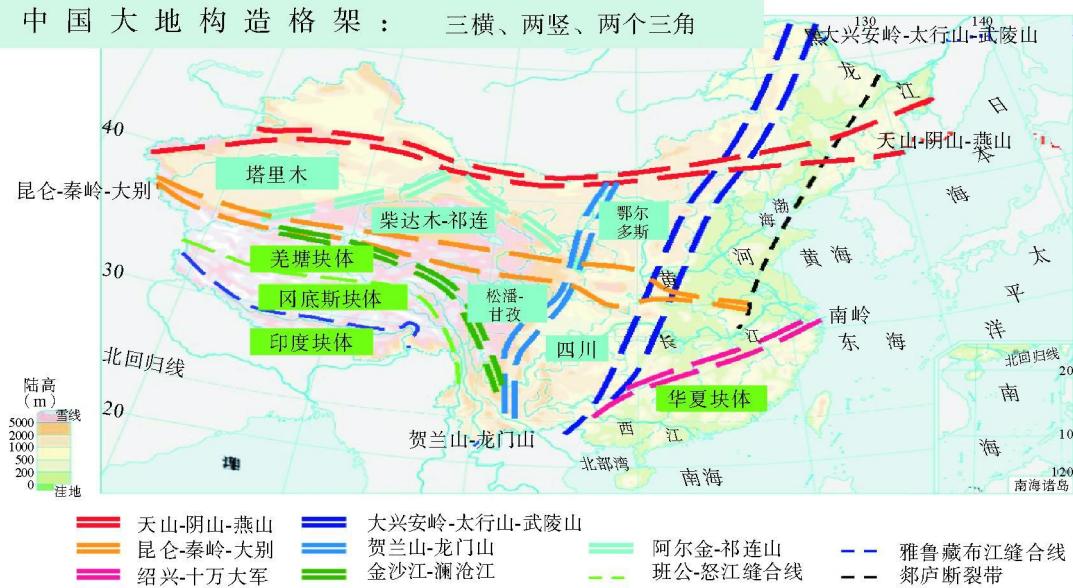


图 2 中国大地构造宏观格架 (刘光鼎, 1998)

Fig. 2 Macroframe of geotectonics in China (after LIU Guangding, 1998)

构造发展阶段,而中国海雏形的最终形成则是在古新近纪晚期^{7-8, 14}。因此,古生代末以来中国海陆宏观地势演化可归纳为“跷跷板”。

2.5 “块体构造学说”之认识论

刘光鼎先生在谈到如何找矿时指出:应用现代地球科学理论和技术来探索矿产资源的时空分布规律,按照“区域约束局部,深层制约浅层”,分层次地开展找矿工作。根据“块体构造学说”对矿产资源分布规律的认识,认为“区域约束局部,深层制约浅层”是矿产资源分布的基本规律,即在矿产资源勘探中,要从基础出发,用基础研究的理论指导实践,学以致用。

区域约束局部 从区域整体出发,认识区域地质现象并找到规律,获得对局部具有指导意义的规律性的认识,并由此来指导油气及矿产资源勘探,据此可以在复杂的情况下分清层次,认清勘探区的全貌,科学地组织集中力量对局部的突破,较快地发现油气田和矿床,从盆地的整体来研究勘探区的沉积、构造、资源潜力,有的放矢地指导油气及矿产资源勘探开发的科研生产。

深层制约浅层 复杂的浅层地质条件是有其深部构造背景的,复杂的深部构造背景必然引起中、上地壳结构上的强烈不均匀性,导致产生复杂的地质条件。古生界形成于前寒武纪结晶基底之上,之后又叠加了中新生代的构造形迹,其构造格局既受结晶基底的控制又是其后中新生代发展、演化的基础,

关注深层对浅层的制约作用,更清晰地了解盆地的概貌、成因及其演化,为油气及矿产资源勘探提供指导原则和思路^[2-3, 12]。

2.6 “块体构造学说”之综合研究方法论

块体构造学说强调地质、地球物理、地球化学方法的综合运用和资料的综合研究,即“一种理论——以全球构造活动论为理论指导;二个环节——以物性和模型为纽带,即物性是地质与地球物理之间、模型是定性与定量之间联系的纽带;三种结合——地质与地球物理及地球化学相结合、正演与反演相结合和定性与定量相结合的三原则;多次反馈——上述过程多次反复,不断地逼近正确的认识”^[2-3, 12]。

3 对板块构造学说的发展和应用^[16]

板块构造学说又称全球大地构造学说,是在大陆漂移说和海底扩张假说基础上发展建立起来的有关全球地壳结构和它们发生、发展、变化的科学学说。它是成功研究地球岩石层有据可考的近2~3亿年以来的历史和今天岩石层的构成及其动态变化的科学;也是正在探索之中,试图揭示地球更老历史科学假说的科学。

板块构造学说认为地球岩石圈由塑性软流圈之上若干巨大板块所组成,板块与板块之间的运动以水平运动为主,或相互离散,或相互聚敛,或相互平移;在离散、聚敛或平移处均有地震与火山活动。

地球岩石层并非仅指刚性的岩石圈层,还包括壳幔间的过渡带。软流层表现为塑性变形和缓慢流动的性质,因此,板块构造理论认为刚性的岩石层加上壳幔间的过渡带漂浮在塑性的软流层之上。

刚性岩石圈已经被分割成为大小不等的球面板状块体称为岩石圈板块。地球岩石圈板块由欧亚板块、太平洋板块、北美洲板块、南美洲板块、非洲板块、印度-澳大利亚板块、南极洲板块七大板块和若干小板块组成,如菲律宾海板块、加勒比板块、阿拉伯板块、索矛板块、科科斯板块和纳兹卡板块等。

板块构造学说认为大陆是漂移的,地球岩石层自诞生以来板块之间的位置始终是相对的,地球岩石层形成至今的演化过程是绝对运动的过程。其中:①大规模的水平运动是绝对的,但运动的性质、方向和时间是相对的;②每一个板块年运动的方向和速度是绝对的。

板块构造学说的研究包括基本内容和扩展内容两大部分。经典的板块构造学说研究地球岩石圈近2~3亿年以来的构成、现状和动态变化。近年来,地球科学界正在越来越多地尝试用板块构造的观点来探索远至17~18亿年来地球岩石圈变化的过程与结果,但始终没有大的进展,它的局限性受到挑战。

由于“板块构造学说”的基础来源于海洋,因此,它对于中生代以来的构造演化过程和大地构造特征能够给出比较好的解释;但对于前中生代漫长地质历史时期的构造演化和陆地诸多大地构造特征难以给出令人满意的解释,因此,也受到一些地质学家的反对。

“块体构造理论”与“板块构造学说”既存在密切的联系,又有本质的区别。“块体构造学说”是“板块构造学说”的发展和延伸,两种学说都以全球构造活动论为基础,但二者的形成背景和条件不同,在定义、内涵和大地构造演化过程的认识上也截然不同,所适用的范围与尺度更是不同。“块体构造学说”比较好地解释了中国海陆太古代以来的构造演化,它能够对中国陆地诸多大地构造特征给出令人满意的解释。所以,“块体构造学说”更具有普遍性和适用性,是在更加普遍意义上对中国大地构造演化规律性的总结。

致谢:原文完成之后,雷受昊研究员仔细审阅并修改了全文,刘光鼎院士提出了许多修改意见,本文在此基础上经进一步修改而成,在此表示感谢。

参考文献(References)

- [1] 刘光鼎. 中国海大地构造演化[J]. 石油与天然气地质, 1990, 11(1): 23-29. [LIU Guangding. Tectonic evolution of China Seas [J]. Oil and Gas Geology, 1990, 11(1): 23-29.]
- [2] 刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理系列图[M]. 北京: 地质出版社, 1992. [LIU Guangding. Map Series of Geology-Geophysics of China Seas and Adjacent Areas [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992.]
- [3] 刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理场特征[M]. 北京: 科学出版社, 1992. [LIU Guangding. Features of Geophysical Fields and Geodynamics of China Seas and Adjacent Areas [M]. Beijing: Science Press, 1992.]
- [4] 刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理图集[M]. 北京: 科学出版社, 1993. [LIU Guangding. Serial Album of Geology & Geophysics in China Seas and Adjacent Areas [M]. Beijing: Science Press, 1993.]
- [5] 刘光鼎, 郝天珧, 刘伊克. 中国大陆的宏观格架及其与矿产资源的关系[J]. 科学通报, 1997, 42(2): 113-118. [LIU Guangding, HAO Tianyao, LIU Yike. Continental tectonic of China and its relationship with mineral resources [J]. Chinese Science Bulletin, 1997, 42(2): 113-118.]
- [6] 刘光鼎, 郝天珧. 中国的地质环境与隐伏矿床[J]. 地球物理学报, 1998, 41(2): 182-188. [LIU Guangding, HAO Tianyao. Geological environment and hidden mineral deposits in China [J]. Acta Geophysica Sinica, 1998, 41(2): 182-188.]
- [7] 刘光鼎, 宋海斌, 张福勤. 中国近海前新生代残留盆地初探[J]. 地球物理学进展, 1999, 14(3): 1-8. [LIU Guangding, SONG Haibin, ZHANG Fuqin. A preliminary study of Chinese offshore pre-Cenozoic residual basins [J]. Progress in Geophysics, 1999, 14(3): 1-8.]
- [8] 刘光鼎. 前新生代海相残留盆地[J]. 地球物理学进展, 2001, 16(2): 1-7. [LIU Guangding. Pre-Cenozoic marine residual basins [J]. Progress in Geophysics, 2001, 16(2): 1-7.]
- [9] 刘光鼎. 中国石油天然气的一个新领域——前新生代海相残留盆地[J]. 中国海上油气(地质), 2003, 17(3): 151-152. [LIU Guangding. A new petroleum exploration realm in China: Pre-cenozoic remnant marine basin [J]. China Offshore Oil and Gas (geology), 2003, 17(3): 151-152.]
- [10] 刘光鼎. 以地球物理为先导, 开展残留盆地的油气勘探[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2005, 33(9): 1154-1159. [LIU Guangding. Oil and gas exploration for residual basins by taking geophysics as guide [J]. Journal of Tongji University (Natural Science), 2005, 33(9): 1154-1159.]
- [11] 刘光鼎, 陈洁. 中国海域残留盆地油气勘探潜力分析[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(4): 881-888. [LIU Guangding, CHEN Jie. Potential analysis of petroleum exploration in residual basins of the China sea [J]. Progress in Geophysics, 2005, 20(4): 881-888.]
- [12] 刘光鼎, 陈洁. 中国前新生代残留盆地油气勘探难点分析及对策[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(2): 273-275. [LIU Guangding, CHEN Jie. Analysis of difficulties in gas-petroleum

- prospecting in Chinese pre-Cenozoic relic basin and the corresponding solutions [J]. *Progress in Geophysics*, 2005, 20(2): 273-275.]
- [13] 刘光鼎, 张丽莉, 祝靓谊. 试论复杂地质体的油气地震勘探 [J]. *地球物理学进展*, 2006, 21(3): 683-686. [LIU Guangding, ZHANG Lili, ZHU Liangyi. Seismic prospection for oil and gas on the complex geological bodies [J]. *Progress in Geophysics*, 2006, 21(3): 683-686.]
- [14] 刘光鼎. 中国海地球物理场与油气资源 [J]. *地球物理学进展*, 2007, 22(4): 1229-1237. [LIU Guangding. Geophysical fields and hydrocarbon resources of China seas [J]. *Progress in Geophysics*, 2007, 22(4): 1229-1237.]
- [15] 刘光鼎. 中国大陆构造格架的动力学演化 [J]. *地学前缘*, 2007, 14(3): 39-46. [LIU Guangding. Geodynamical evolution and tectonic framework of China [J]. *Earth Science Frontiers*, 2007, 14(3): 39-46.]
- [16] 刘光鼎. 关于中国油气资源的第二次创业的建议 [J]. *特种油气藏*, 2007, 14(1): 1-2. [LIU Guangding. Suggestions on secondary pioneering of Chinese oil and gas resources [J]. *Special Oil and Gas Reservoirs*, 2007, 14(1): 1-2.]
- [17] 张训华. 中国海域构造地质学 [M]. 北京: 海洋出版社, 2008. [ZHANG Xunhua. *Tectonic Geology in China Seas* [M]. Beijing: China Ocean Press, 2008.]
- [18] 张训华, 孟祥君, 韩波. 浅谈对块体构造学说的认识 [C] // 中国地质地球物理研究进展. 北京: 海洋出版社, 2008: 741-746. [ZHANG Xunhua, MENG Xiangjun, HAN Bo. Approach to Massif Tectonics [C] // *Research and Development of Geology and Geophysics in China*. Beijing: China Ocean Press, 2008: 741-746.]

BLOCK AND BLOCK TECTONICS

ZHANG Xunhua^{1,2}, MENG Xiangjun^{1,2}, HAN Bo^{1,2}

(1 Key Laboratory of Marine Hydrocarbon Resources and Environmental Geology, Ministry of Land and Resources, Qingdao 266071, China)

2 Qingdao Institute of Marine Geology, Qingdao 266071, China)

Abstract: On the basis of block concept and its use in tectonic division, and according to the integrated geology-geophysics ideology of LIU Guangding and his research achievements on China geotectonic evolutionary history, we tried to conclude and summarize his geotectonic ideology and named it "Block Tectonics". It is pointed that "Block Tectonics" is a practical application to China and it is the development of "Plate Tectonics" under the guidance of global tectonic ideology with activity theory as the connotation.

Key words: block; block tectonics; plate tectonics; activity theory