

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

回顾与展望：中国大地构造学

任纪舜¹⁾ 郝杰²⁾ 肖蓁薇¹⁾

1) 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037; 2) 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京, 100029

内容提要 中国大地构造学的发展可分为5个阶段: 1926年前, 以外国人为主要研究时期; 1926~1949年, 开创和奠基时期; 1949~1966年, 大发展和百家争鸣时期; 1966~1976年, “文化大革命”10年浩劫时期; 1976年至今, 板块构造盛行时期。主要成就有: 多年的调查研究已为大地构造研究准备了丰富的资料; 中国造山旋回和构造阶段划分已取得基本共识; 已经查明中国的主要地质构造单元; 基本确定了中国的主要断裂系统和主要缝合带; 初步查明了中国深部构造轮廓; 青藏高原研究及一些重要问题研究已获重要进展。笔者认为百家争鸣和从中国实际出发的创造性思维是中国大地构造发展的必要条件, 而单纯跟踪模仿则是最大的弊端。中国大地构造学正在地球系统科学认识的指导下, 向着共同发展和融合的道路前进, 大地构造理论创新体系正在酝酿形成中。为了对中国以至亚洲大地构造的认识有一个质的飞跃, 需要: ①大地质科学多学科高水平结合加计算机仿真实验方法; ②从全球构造出发, 把微观、宏观、宇观的研究结合起来; ③从中国和亚洲的实际出发, 深入研究, 力求突破; ④建立经典研究地区和野外实验基地; ⑤实现东亚大地构造研究的大跨越, 建立东亚地质创新体系。

关键词 中国大地构造学 回顾与展望 东亚地学创新体系

大地构造学是中国地球科学中最活跃的学科之一, 在各个时期均有学者对其历史作过研究(Lee, 1942; 黄汲清, 1946; 黄汲清, 1982; 中国地质学会构造地质专业委员会, 1982; 孙荣圭, 1984; 夏国治等, 1990; 吴正文, 1992; 马杏垣, 1995; 任纪舜, 1996; 杨巍然, 1999; 王鸿祯, 1999)。各大专院校的《中国区域地质》教材中, 都曾对中国大地构造研究作过评述。本文是在2000年冬“中国构造地质学发展的回顾与展望学术讨论会”所作报告的基础上增补而成, 目的是在世纪之交, 回顾过去, 展望未来, 总结已有成就, 探索今后方向。由于大地构造学是一门高度理性的学科, 思考的空间十分广阔, 因此, 这里只是作者的一孔之见。不当之处, 敬希指正。

1 历史回顾

从19世纪晚期算起, 中国大地构造学研究已经有了100多年的历史, 大致可分为5个发展阶段。

(1) 以外国人为主要研究时期(1926年以前) 主要人物有: 庞培勒(Pumpelly)、李希霍芬(Rechthofen)、维理士(Willis)和葛利普(Grabau)等。庞培勒著有《中国、蒙古及日本之地质研究》, 发现中国东部的构造线为NE—SW走向, 命名为震旦

方向(Pumpelly, 1866)。李希霍芬等出版了《中国》一书, 发现中国北方存在一个“震旦地块”, 并在所附“中国北方构造图”上, 画出一条从兴安岭经太行山东麓直达宜昌附近的走向NNE的构造线, 称“兴安构造线”(Rechthofen, 1877, 1882, 1912)。维理士等撰写了《中国研究》一书, 确定中国之主要构造运动发生在中元古代末、晚元古代末、志留纪与泥盆纪(?)之间、三叠纪与二叠纪之间和始新世之后(Willis et al., 1907~1913)。葛利普著有《中国地史》(Grabau, 1924, 1928), 提出华夏古陆等古地理-古构造单元。

(2) 开创和奠基时期(1926~1949年) 中国现代地质事业开创于1912年, 但中国人自己发表有影响的大地构造学方面的论著则从1926年在第三届泛太平洋科学会议上翁文灏的著名论文算起。这一时期的代表人物是翁文灏、李四光和黄汲清等。他们运用现代地质学的方法、原理, 从中国实际出发, 先后发表了《中国东部的地壳运动》(Wong, 1926, 1929)、《中国地质学》(Lee, 1939)和《中国主要地质构造单位》(Huang, 1945)等具有时代意义的著作, 开创了中国大地构造研究的先河, 奠定了研究基础。翁文灏第一次明确提出, 中国东部重要构造运动时

收稿日期: 2001-09-02; 改回日期: 2001-10-08; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 任纪舜, 研究员, 博士生导师, 中国科学院院士, 中国地质学会构造地质学与地球动力学专业委员会主任, 长期研究中国大地构造。通讯地址: 100037, 北京百万庄26号, 中国地质科学院地质所; 电话: 68311547; Email: renjishun@95777.com。

期不在古生代末期,而在中生代中期,并命名为燕山运动;李四光第一次系统阐述了中国的地质系统和地壳运动,并用其所独创的地质力学方法,论述了中国和东亚的构造;黄汲清第一次划定了中国的主要构造单位,提出中国有三个占优势的主要构造型式,即古亚洲式、太平洋式和特提斯-喜马拉雅式,多旋回的造山运动是中国大地构造的特征。1935年李毓尧等的《宁镇山脉地质》则是中国地质填图的经典之作(Li Yuyao et al., 1935)。

(3) 大发展和百家争鸣时期(1949~1966年)这一时期,不但李四光和黄汲清的学术思想得到了进一步发展,而且涌现了陈国达、张文佑、张伯声等杰出的大地构造学家。陈国达1956年发表了“中国地台活化区的实例并着重讨论华夏古陆问题”(陈国达,1956),并在以后将其发展为地洼学说(陈国达,1959,1960);张文佑1959年出版中国第一张1:400万彩色大地构造图,用地质历史与地质力学相结合的方法撰写了《中国大地构造纲要》(张文佑,1959),并在以后发展为“断块学说”(张文佑,1984);张伯声1962年发表《镶嵌的地壳》,之后进而提出波浪镶嵌构造学说(张伯声,1980);黄汲清于1960年出版1:300万中国(彩色)大地构造图,接着又撰写《中国大地构造基本特征》等著作,进一步论述了多旋回造山运动,提出了“准地台”的概念(黄汲清,1960;黄汲清等,1965);李四光完成了《地质力学概论》初稿,系统论述了地质力学的方法、理论,并由此出发对中国以至全球构造作了论述。

(4) “文化大革命”十年浩劫时期(1966~1976年)万马齐喑。但在特殊的历史条件下,地质力学得到了一定的发展,出版了《地质力学概论》(李四光,1973)和《中华人民共和国构造体系图》(1:400万,中国地质科学院地质力学研究所,1978)。

(5) 板块构造盛行时期(1976年至今)这一时期从1972年初尹赞勋等将板块构造引入中国时已初露端倪,但发展则是在1976年,特别是1979年第二届全国构造会议之后。主要特征是,高新技术和地质学各学科大多介入大地构造研究,这种学科间的交叉、渗透和新技术的使用,一方面促进了大地构造学的发展,另一方面也推动了各学科自身的进步,涌现出一些新的学术带头人,出版了一批重要著作。任纪舜等1980年出版了《中国大地构造及其演化》(任纪舜等,1980),并在1:400万中国大地构造图上,详细标绘了中国各时代的板块缝合带(中国地质科学院地质研究所构造地质研究室,1979);李春昱等

(1982)用板块构造思想全面论述了亚洲构造;王鸿祯等(1985)用活动论与阶段论相结合的思想描绘、表述了中国的古地理、古构造和大地构造的发展历程;马杏垣等(1987b;1989),描绘和阐述了中国的地震构造、深部构造和地球动力学过程。刘光鼎(1993)全面总结了我国海域的地质、地球物理调查成果;袁学诚等(1996)全面汇集了中国的地球物理调查成果;王鸿祯等1996年为第30届国际地质大会在中国召开,发表重要论文《中国大地构造演化概述》(Wang Hongzhen et al., 1996);许靖华等1998年出版《中国大地构造相图》(1:400万,许靖华等,1998);任纪舜等1999年出版《中国及邻区大地构造图》(1:500万)及简要说明——《从全球看中国大地构造》。此外,张文佑、张伯声、陈国达等用他们各自的学术观点,也编制了中国或亚洲地区的大地构造图,出版了相应的著作(张文佑等,1986;张伯声等,1995;陈国达等,1998)。马宗晋(1982)提出了全球三大构造系统等新认识,发展了李四光的学术思想;程裕淇(1994)在各省(区)区域地质志的基础上,主编了《中国区域地质概论》;“李四光《中国地质学》扩编委员会”编著了新的《中国地质学》(扩编版)(中国地质学扩编委员会,1999)。这一时期还出版了大量区域性和专题性论著,深化了中国大地构造研究,如王作勋等(1990)、左国朝等(1990)、肖序常等(1992)、唐克东等(1992)、何国琦等(1994)、陈哲夫等(1997)在天山—兴安带的研究;许志琴等(1988)、姜春发等(1992)、张二朋等(1993)、张国伟等(1996)、张以菲等(1996)、夏林圻等(1998)在昆仑—祁连—秦岭带的研究;常承发等(1973)、肖序常等(1988)、刘增乾等(1990)、陈炳蔚等(1991)、Pan Yusheng(1996)、潘桂棠等(1997)、钟大赉等(1998)、孙鸿烈等(1998)在青藏—滇西带的研究;郭令智等(1980)、李继亮等(1992)、金文山等(1997)对华南的研究;高明修(1983)、崔盛芹等(1983)、任纪舜等(1990)、邓晋福等(1996)、路凤香等(2000)对中国东部环太平洋带的研究等。徐嘉炜等(1980)、国家地震局地质所(1987)、万天丰(1995)、王小凤等(2000)对郯庐断裂的研究;Yang Jianjun等(1989)、徐树桐等(1994)、从柏林等(1994)、You Zhengdong等(1998)、索书田等(2000)、杨巍然等(2000)对苏鲁—大别超高压变质带的研究;王曰伦等(1980)、董申保等(1986)、马杏垣等(1987)、钱祥麟(1992)、白瑾等(1993)、赵宗溥等(1993)、陆松年等(1996)、伍家善等(1998)、沈其韩等(2000)对中国前寒武纪构造

造及变质岩之研究;李德生(1982)、王尚文(1983)、朱夏(1986)、关士聪(1994)、田在艺等(1996)、李思田等(1997)、张文昭(1997)、龚再升等(1997)、罗志立等(1999)对中国含油气盆地的研究;邓起东等(1973)、时振梁等(1974)、马宗晋等(1982)、丁国瑜等(1989)对地震地质和活动构造之研究;曾融生等(1973)、滕吉文等(1974,1975)、冯锐等(1981)、冯锐(1985)、崔作舟(1987)、刘福田等(1989)、马杏垣(1991)、吴功健等(1991)、Zhao Wenjing 等(1993)、袁学诚等(1996)等对深部构造之研究,特别是 13 条 GGT 断面的完成,等等。因篇幅限制,不再一一赘述。

2 主要成就

2.1 多年的调查研究为大地构造研究准备了丰富的资料

我国已完成全国大部分地区 1:20 万填图和部分地区 1:5 万填图,多次编制出版了全国小比例尺地质图(包括 1:100 万、1:200 万、1:250 万、1:400 万和 1:500 万等),出版了各省、市、自治区区域地质志。最近,已完成各省(区)和重要构造带矿带的 1:50 万数字化地质图件;已完成全国范围的航空磁测调查、全国重力测量,以及多种元素的地球化学填图;测制人工地震测深剖面 50 000 余千米,反射地震剖面 4000 余千米;大地热流数据 681 个点;电磁测深点 1750 个;GGT 剖面 13 条。所有这些已为大地构造研究建立了坚实的基础。

2.2 中国造山旋回和构造阶段的划分已取得基本共识

前显生宙分为:迁西(3000~2900Ma)、阜平(2600~2500Ma)、五台(2400~2350Ma)、中条(吕梁)(1900~1800Ma)、扬子(晋宁)(1000~800Ma)等几个造山旋回;显生宙分为:兴凯(萨拉伊尔、泛非)、加里东、华力西、印支、燕山、喜马拉雅等几个造山旋回。古生代中国大地构造主要受阿帕拉契亚—古亚洲洋动力体系控制,中—新生代主要受特提斯—古太平洋以及印度洋—太平洋动力体系控制。印度板块、菲律宾板块、太平洋板块与欧亚板块的相互作用,控制现今中国的构造地貌和资源环境的地质背景。中国大陆显生宙的构造演化总体体现为冈瓦纳的裂解与亚洲的增生已获国际地学界的认可(Ren Jishun et al., 1991; Metcalfe et al., 1999)。

2.3 基本查明了中国的主要地质构造单元

从 40 年代开始,经过几代人的反复探讨,我国

各种学术观点的学者,尽管是从不同角度探讨中国大地构造问题,但对中国基本构造单元的划分已日趋一致(图 1)。这就是,中国有中朝、扬子、塔里木三个小克拉通,古亚洲、特提斯和环太平洋三大构造域,以及相应的三个巨型造山带——古亚洲、特提斯和环太平洋造山区。造山区的进一步划分也逐步取得共识,如古亚洲造山区,可进一步分为萨彦—额尔古纳、天山—兴安、乌拉尔—南天山以及昆仑—祁连—秦岭等造山系;昆仑—祁连—秦岭造山系又分为东、西昆仑、阿尔金、祁连、秦岭—大别等造山带,等等。北特提斯印支巨型造山带(包括秦岭、松潘甘孜、三江—马来等)的发现,已获国内外学者的确认。大陆构造单元的名词术语——克拉通、造山带(褶皱带)和沉积盆地等,也逐渐与国际通用的名词一致。而多旋回叠合(复合)盆地是中国型盆地的特色,已成为中国石油地质界的共识。

2.4 基本确定了全国的断裂系统和主要缝合带

与三大构造域相对应,分出古亚洲、特提斯和环太平洋三大断裂体系。对板块缝合带的划分和认识虽然还有一些差异,但大多数人已认可一些主要缝合带,即雅鲁藏布江缝合带、班公湖—怒江缝合带、金沙江缝合带、昆仑—秦岭缝合带、乌拉尔—南天山缝合带、斋桑—南蒙古缝合带以及蒙古—鄂霍茨克缝合带等;认识到郯庐断裂对中国东部构造演化,阿尔金断裂对中国西部构造演化,红河断裂对中国西南部构造演化的重要性;认识到汾渭地堑是一个裂谷带,渤海湾盆地是一个巨大的裂谷盆地。

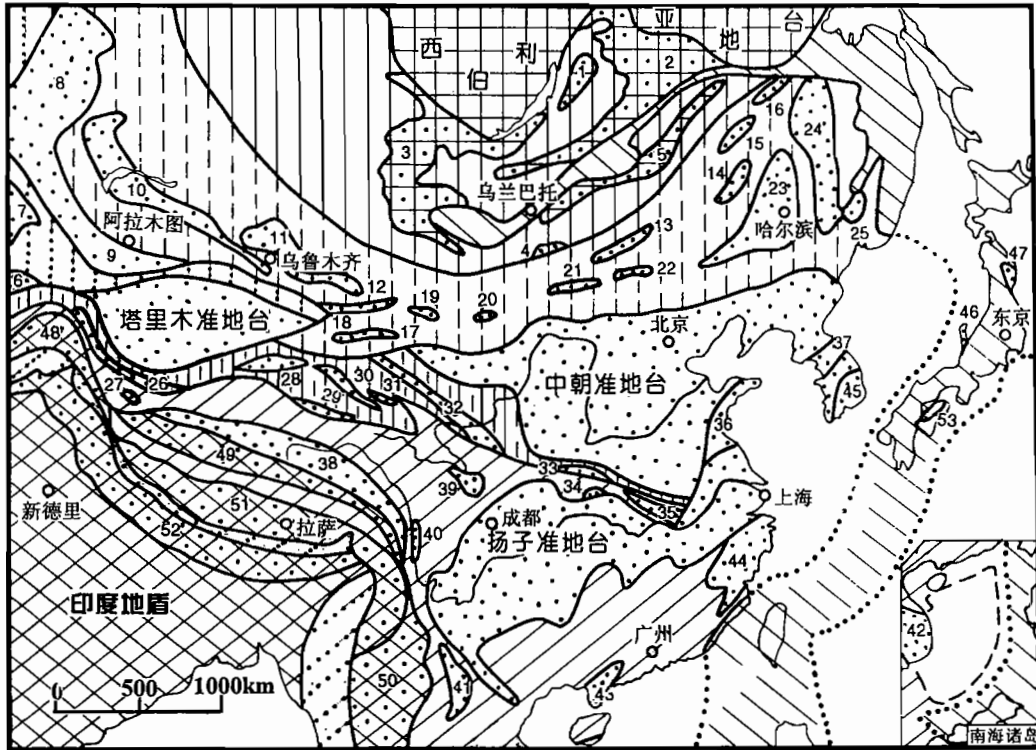
2.5 初步查明了中国深部构造轮廓

经过多年的地球物理探测和 13 条 GGT 剖面研究,我国学者已初步查明了中国现今深部构造轮廓——包括莫霍面的起伏(地壳厚度)、岩石圈结构和地壳—上地幔地震层析成象。环青藏高原重力梯级带和大兴安岭—太行山—武陵山重力梯级带,不仅显示为地形上的台阶,而且,更重要的表现为两侧地壳以及岩石圈性质和厚度的差异。在扬子克拉通西部、中朝克拉通西部以及塔里木克拉通中存在厚度超过 200km 的岩石圈;渤海湾裂谷盆地等地则是岩石圈剧烈减薄区,最小厚度 < 60km(刘福田等, 1989;袁学诚等, 1996)。认识到中国东部地壳—上地幔的不同层次在三维空间上具明显的非耦合关系——立交桥式结构,并生动体现了中国东部中生代构造动力体制的大转换和构造格局的大改组(任纪舜等, 1990)。

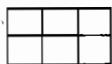
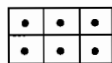


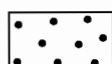
2.6 青藏高原研究获重要进展


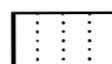

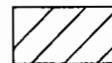

20世纪60年代,秦岭、松潘—甘孜和三江—马来这一世界上最大的北特提斯印支造山带之确定(邓康龄,1960;姜春发等,1963;任纪舜等,1964,1966,1980);70年代,喜马拉雅和青藏高原板块构

造模式之提出(常承发等,1973);80年代,藏北拉萨等地块冈瓦纳相地层古生物之发现(林宝玉,1984;王乃文,1984;杨遵仪等,1990;郭铁鹰等,1991)以及中国西北部新生代复活山系山前坳陷上新世—第四纪磨拉石与印度板块活动关系之确定(黄汲清等,




前寒武纪形成和再循环的大陆壳
CONTINENTAL CRUST CREATED AND RECYCLED IN PRECAMBRIAN

-  西伯利亚陆块
Siberian platform
-  亲西伯利亚陆块群
Pro-Siberian blocks
-  冈瓦纳陆块
Indian shield
-  亲冈瓦纳陆块群
Pro-Gondwana blocks
-  古中华陆块群
Paleo-Chinese blocks

-  天山-兴安华力西造山系
Tianshan-Hinggan orogenic system
-  乌拉尔-南天山华力西造山系
Ural-South Tianshan orogenic system
-  昆仑-祁连-秦岭加里东-华力西造山系
Kunlun-Qilian-Qinling orogenic system
- 特提斯造山区**
Tethyan Orogenic Region
-  北特提斯印支-燕山造山系
North Tethys orogenic system
-  南特提斯喜马拉雅造山系
Tethys orogenic system

显生宙形成和再循环的大陆壳
CONTINENTAL CRUST CREATED AND RECYCLED IN PHANEROZOIC

- 古亚洲造山区**
Paleo-Asian Orogenic Region
-  萨彦—额尔古纳萨拉伊尔(兴凯)造山系
Sayan-Ergun orogenic system

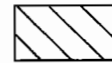
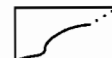
- 环太平洋造山区**
Circum-Pacific Orogenic Region
-  亚洲东缘燕山造山系及西太平洋晚喜马拉雅岛弧系
East Asian margin orogenic system and West Pacific island arcs
-  造山系界线
Limit of orogenic system

图 1 东亚主要构造单位图

Fig. 1 Major tectonic units of East Asia

强烈卷入造山带中的微陆块编号:1~5—亲西伯利亚陆块群:1—巴尔古津,2—雅布洛诺夫,3—图瓦—蒙古,4—艾拉格,5—中蒙古—额尔古纳;6~47—古中华陆块群:6—卡拉库姆,7—克孜勒库姆,8—科克切塔夫,9—伊塞克,10—巴尔喀什—伊犁,11—准噶尔,12—吐鲁番,13—达里甘嘎,14—扎兰屯,15—鄂伦春,16—结雅,17—敦煌,18—星星峡,19—早山,20—雅干,21—托托尚,22—锡林浩特,23—松花江,24—布列亚—佳木斯,25—兴凯,26—西昆仑中央,27—甜水海,28—阿尔金,29—金水口,30—冷湖,31—欧龙布鲁克,32—中祁连,33—东秦岭中央,34—武当,35—大别,36—苏胶,37—京畿,38—昌都,39—若尔盖,40—中咱,41—普洱,42—印支—南海,43—云开,44—浙闽,45—岭南,46—飞驒,47—北上山;48~53—亲冈瓦纳陆块群:48—巴达赫尚,49—羌塘,50—中缅马苏,51—拉萨,52—喜马拉雅,53—黑濂川

Microcontinents deeply involved in orogenic system:1~5—Pro-Siberian blocks:1—Barguzin,2—Yablonov,3—Tuva—Mongolia,4—Aryga,5—Central Mongolia—Ergun;6~47—Paleo-Chinese blocks:6—Karakum,7—Kyzylkum,8—Kokchetav,9—Issyk,10—Balkhash—Ili,11—Junggar,12—Turpan,13—Dariganga,14—Zalantun,15—Oroqen,16—Zeya,17—Dunhuang,18—Xingxingxia,19—Hanshan,20—Yagan,21—Totoshang;22—Xilinhot,23—Songhuajiang,24—Bureya—Jiamusi,25—Xingkai,26—Central West Kunlun,27—Tianshuihai,28—Altun,29—Jinshuigou,30—Lenghu,31—Olonbulag,32—Central Qilian,33—Central East Qinling,34—Wudang,35—Dabie,36—Sujiao (northern Jiangsu—southeastern Shandong),37—Geonggi,38—Qamdo,39—Zoige,40—Zongza,41—Pu'er,42—Indosinia—South China Sea,43—Yunkai,44—Zhejiang—Fujian,45—Ryongnam,46—Hida,47—Kitakami;48~53—Pro-Gondwana blocks:48—Badakhshan,49—Qiangtang,50—Sibumasu,51—Lhasa,52—Himalaya,53—Kurosegawa

1980);90年代,INDEPTH项目对印度大陆插入喜马拉雅之下的证实(Zhao Wenjin et al. 1993)和青藏高原隆升多阶段、非均匀、不等速过程之确定(孙鸿烈等,1998)等。

2.7 一些重要问题的研究正在步步深入

显微构造、岩石变形机制、韧性剪切带和地壳流变学研究的进展,使中国大地构造学研究向微观方向迈进了一大步,使中国大地构造学家对构造层次的研究更加细致、深入。《嵩山构造变形》(马杏垣等,1981)的出版,特别是燕山、中条山、扬子西缘以及中蒙边界、阿拉善等地变质核杂岩的发现和(傅昭仁等 1992;Zheng et al., 1996;宋鸿林,1999;颜丹平等,1997),使人们认识到伸展构造与挤压、走滑构造在大陆构造研究中同等重要。喜马拉雅、秦岭等地的深反射地震剖面(Zhao Wenjin et al., 1993;袁学诚,1996)以及大别、苏胶(苏鲁)大规模高压—超高压变质带的发现和(袁学诚,1996)以及大别、苏胶(苏鲁)大规模高压—超高压变质带的发现和(袁学诚,1996)的研究,使人们认识到大陆壳俯冲、叠覆,在中国大地构造演化中十分重要。

地球化学、同位素地质学和遥测、遥感技术在大地构造研究中作用日益显著。中国地球化学分区已初步建立(朱炳泉,1993;张理刚等,1995)。中国东部大陆壳—幔演化研究已获重要进展:古生代为大陆克拉通型地幔,新生代则显示大洋型地幔特点(郑建平,1999;Zhou Xinhua,2000)。这样,就从深层壳—幔演化方面丰富了中国东部中生代构造动力体制大转换、构造格局大改组研究的内涵。

总之,经过100多年,特别是近半个世纪的努力,我国大地构造学研究已经取得一系列重要成就,并在一些方面居于世界领先水平。这不仅为我国资

源、环境的调查研究提供了必要的地质构造背景,而且直接为经济发展作出了重大贡献,其中大庆、渤海湾、鄂尔多斯等油气田的发现就是一个突出的例证。

3 存在问题及今后努力方向

回顾历史,可以看出,百家争鸣和结合中国实际的创造性思维是中国大地构造学发展的必要条件。在开创时期,翁文灏、李四光、黄汲清等,由于坚持从中国实际出发,在中国和东亚大地构造研究方面,提出了至今仍有很大价值的精辟见解,使现代地质学在中国大放异彩;20世纪50~60年代,由于坚持百家争鸣的方针和结合中国实际的创新,我国大地构造研究十分繁荣,在中国和东亚大地构造研究方面继续保持世界领先地位。“文化大革命”十年动乱时期,中国大地构造研究也像其他科学文化事业一样,受到严重摧残。改革开放以来,中国大地构造研究又呈现出一片繁荣,高新技术的应用,多学科的交叉渗透,出现了一批居于世界前列的成果,但单纯跟踪模仿,少有结合实际的所谓创新,“热衷于建立模式而疏于细致求实的野外观测”等倾向(王鸿祯,1999),则是这一时期的最大弊端。

目前,中国大地构造学作为中国地质科学的龙头学科,正在地球系统科学认识论的指导下,向着共同发展和融合的道路前进,原有学派和学派之间的界线正逐渐模糊。“一个从微观、宏观到宇观,从地内、地表到空间的大地质科学体系”(王鸿祯,1999)和大地构造理论创新体系正在酝酿形成中。创新一般都有其传统基础,最伟大的创新必是最深刻的继承,历史的分析和现实的情况,都要求我们对以

至亚洲大地构造的认识有一个质的飞跃,对我国资源环境、地质灾害的地质背景作出更为科学的剖析,并在此基础上,建立东亚地学创新体系,求得整个固体地球科学各学科的发展。为了达到这一目标,我们需要:

3.1 大地质科学多学科高水平结合加计算机仿真实验方法

中国大地构造学研究,特别是历史大地构造学研究,在相当长时间内是从地层古生物学的研究入手,结合地质学其他分支,分析古地理、古构造,重塑构造演化过程。以后,随着时代的进步,地球物理、地球化学和同位素地质学的方法被吸收进来。现在看来,为了从时空四维角度更深刻的理解地壳—上地幔的组成、结构和动力演化过程,我们需要在地质研究的基础上,更多地使用地球物理、地球化学和同位素地质学方法,即大地质科学多学科高水平结合,把中国大地构造研究推进到一个新的阶段。

地质学特别是大地构造学是一门典型的复杂性科学,长期以来学者们一直苦于许多地质作用过程难以用传统的实验方法予以再现,因此,地质理论,特别是涉及地质科学发展全局的重大理论常限于假设或推想之中,使地质科学不能大踏步前进。在科学技术高度发展的今天,我们已有可能以计算机为工具,找到控制复杂系统运作的基本原理,即用计算机模拟、仿真实验的方法来探索复杂的地质作用过程、规律和原理,从而把地质学和大地构造学的理论研究推进到一个崭新的阶段。

3.2 从全球构造整体出发,把微观、宏观、宇观的研究结合起来

在地质科学发展早期,虽然也有一些地质学家讨论全球性地质问题,但人们认识地壳构造则多是从观察具体的露头,从路线观察和填绘地质图开始的。现在,随着航天技术的发展,人们已完全可以首先从整体上把握地球之构造,即把局部放在全球构造的总框架中,从整体到局部,更细致、深入地了解某一局部之构造,并把从局部到整体和从整体到局部的研究密切结合起来,把微观、宏观、宇观研究密切结合起来。这一点对研究中国大地构造更为重要。中国所在的东亚大陆是由众多微陆和造山带组合而成的复合大陆,在地质历史上属南(冈瓦纳)、北(西伯利亚—北美及后来之劳亚)两个巨型大陆间的转换构造域;现今又处于全球环太平洋和特提斯两大构造带的会合、叠加、干涉部位,因此,正确判定中国在全球构造中之位置,并从全球角度分析中国大地

构造,就成为正确理解中国大地构造的一把钥匙。

3.3 从中国和亚洲的实际出发,深入研究,力求突破

中国所在的亚洲不同于世界其它大陆的一个最突出的特点就是,它是一个显生宙才形成的大陆,显生宙阿帕拉契亚—古亚洲洋、特提斯—古太平洋和印度洋—太平洋三大动力体系及其相关的古亚洲、特提斯和环太平洋三大构造域在中国叠加、复合,从而使中国成为全球构造最复杂的一个区域。

由于不论古亚洲洋还是特提斯—古太平洋,都是结构十分复杂的海域,都有一个长期的多旋回的演化过程,加之全球性三大动力体系在中国之叠加、复合,使多旋回造山运动成为中国大地构造的突出特征。所以,除台湾和喜马拉雅外,中国的造山带一般都不是某一时代的碰撞造山带,而是多旋回复合造山带;中国的沉积盆地一般并不是某一阶段、某种单一类型的沉积盆地,而是多旋回、多种类型盆地叠合在一起的复合盆地,即多旋回叠合盆地。选择适当地区,深入研究多旋回复合造山带和多旋回叠合盆地,相信不但会对中国大地构造研究,而且会为全球构造研究作出贡献。

由于中国处于几个全球性构造带叠加、复合的部位,构造动力体制和构造格局曾多次变迁。因此,中国将是研究全球性动力体系和构造格局大转换最好的地点,而这种由浅层到深层,从区域到全球的大地质科学高水平的结合研究,将会把中国以至世界地质科学提高到一个新水平。

3.4 建立经典研究地区和野外实验基地

纵观全球构造,可以说中国所在的亚洲大陆是全球构造研究的宝库。但是,过去我们对其多限于一般性研究,而少有深入、细致的持续研究。因此,今后对一些重点地段和关键问题,应力求进行立典性研究,并且在研究中实行“伤其十指,不如断其一指”的战术,切切实实解决问题,长期坚持,不断积累,以便建立我国的经典研究地区和野外实验、观察基地。台湾、喜马拉雅、秦岭、天山等山脉可以作为我国造山带研究的典型地区;准噶尔、柴达木、塔里木、四川、鄂尔多斯、渤海湾盆地以及南海海盆可以作为沉积盆地研究的重要地区。它们一般都具有重要的经济价值。对青藏高原,我国学者已经研究多年,并取得了一系列重要成果。但那里之所以成为世界学者瞩目的焦点之一,就在于它是世界上最新最高的山脉,最新最高的高原,是研究山脉和高原形成的直接窗口。而它的形成和演化又控制和影响我国大部分地

区以至全球的环境和气候状况,因此对它的研究应着重于最新构造阶段,即着重研究“新”构造!而中国东部中生代动力体系的大转换和构造格局的大改组,以及由此而产生的地壳—上地幔不同层次间的非耦合关系——即立交桥式结构则可作为研究固体地球各层圈相互作用的立典性研究地带。

3.5 建立大东亚地学创新体系,实现东亚大地构造研究的大跨越

现代地质学起始于欧洲和北美的研究,但亚洲地质也一直受到世人的关注。近 20 年来,人们已愈来愈认识到只有较深入地了解亚洲,特别是中国的地质构造之后,才能对全球构造作出更为准确的判断。历史发展到今天,已到了联合起来,奋发努力,实现东亚地质构造研究大跨越的时候了!

经过 70 余年的努力和不断积累,我国已经形成一批各具特色、各有优势的科学研究集体。这些集体或学者群体,有的擅长于地质研究,有的擅长于地球物理研究,有的在地球化学和同位素地质学研究中有很深的造诣;有的偏重于前寒武纪地质构造,有的侧重于显生宙构造研究,有的多进行中、新生代构造研究,有的在新构造和地震研究中贡献突出;在各个大学科中,不同研究集体和单位又各有所侧重和特长。因此,在实现大跨越中要联合起来,互相协调,发挥每个集体和个人的主观能动性。

研究的目标应该是:以地球系统科学的思想为指导,建立东亚地壳—上地幔的时—空四维模型,实现东亚固体地球科学研究的整体创新。我们相信,这一创新工程目标的实现,将不仅使我国大地构造学研究进入一个新阶段,而且将为国际地球科学的发展作出我们中国人的贡献。

本文在“中国构造地质学发展的回顾与展望学术讨论会”上宣读后,与会学者进行了热烈讨论,提出了宝贵的意见和建议。卢华复、高明修等先生会后还寄来有关资料和意见,李德生院士给予了帮助谨此一并致衷心感谢!

参 考 文 献

白瑾,黄学光,王惠初,等. 1993. 中国前寒武纪地壳演化(第二版). 北京:地质出版社.
常承法,郑锡澜. 1973. 中国西藏南部珠穆朗玛峰地区构造特征. 地质科学, (1): 1~12.
陈炳蔚,李永森,曲景川,王铠元,艾长兴,朱志直. 1991. 三江地区主要大地构造问题及其与成矿的关系. 北京:地质出版社.
陈国达. 1956. 中国地台“活化区”的实例并着重讨论“华夏古陆”问题. 地质学报, 36(3): 239~271.
陈国达. 1959. 地洼区的第三构造层——地洼区地层. 科学通报(5):

173~174.
陈国达. 1960. 地台活化及其找矿意义. 北京:地质出版社.
陈国达,等. 1998. 亚洲陆海壳体大地构造. 长沙:湖南教育出版社.
陈哲夫,成守德,梁云海,徐新,等. 1997. 新疆开合构造与成矿. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社.
程裕淇. 1994. 中国区域地质概论. 北京:地质出版社.
从柏林,王清晨. 1994. 中国超高压变质岩研究评述. 科学通报, 39(24): 2214~2218.
崔盛芹,李锦蓉. 1983. 东亚滨太平洋带的印支运动. 地质学报, 57(1): 51~63.
崔作舟,卢德源. 1987. 攀西地区爆炸地震测深和深部地壳结构与构造. 地质专报. 北京:地质出版社.
邓晋福,赵海玲,莫宜学,等. 1996. 中国大陆根—柱构造——大陆动力学的钥匙. 北京:地质出版社.
邓康龄,蔡建中,陈在雄. 1960. 甘孜地区地质的初步认识. 地质论评, 20(4): 172~176.
邓起东,王克鲁,汪一鹏,唐汉军,吴裕文,丁梦林. 1973. 山西隆起区断陷地震带地震地质条件地震趋势概述. 地质科学, (1).
丁国瑜. 1989. 中国活断层图集. 北京:地震出版社. 西安:地图出版社.
董申保,等. 1986. 中国变质作用及其与地壳演化的关系. 北京:地质出版社.
冯锐,朱介寿,丁蕴玉,陈国英,何正勤,杨树彬,周海南,孙克忠. 1981. 利用地震面波研究中国地壳结构. 地震学报, 3(4): 335~350.
冯锐. 1985. 中国地壳厚度及上地幔密度分布(三维重力反演结果). 地震学报, 7(2): 143~157.
傅昭仁,等. 1992. 变质核杂岩及剥离断层的控矿构造解析. 武汉:中国地质大学出版社.
傅征祥. 1997. 中国大陆地震活动性力学研究. 北京:科学出版社.
高明修. 1983. 中国东部盆地系与美国西部盆地山脉构造对比及其成因机制探讨. 见:朱夏,主编. 中国中生代盆地构造和演化. 北京:科学出版社, 65~77.
葛利普. 1924. 中国地层(I), 古生代及以前. 中国地质调查所, 北京, 1~528(英文).
葛利普. 1928. 中国地层(II), 中生代及以前. 中国地质调查所, 北京, 1~774(英文).
龚再升,李思田,等. 1997. 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集. 北京:科学出版社.
关士聪. 1994. 中国海陆变迁、海域沉积相与油气(晚元古代—三叠纪). 北京:科学出版社.
郭令智,施央申,马瑞士. 1980. 华南大地构造格架和地壳演化. 见:国际交流地质学术论文集, 构造地质·地质力学. 北京:地质出版社, 109~116.
郭铁鹰,梁定益,张宜智,赵崇贺,等. 1991. 西藏阿里地质. 北京:地质出版社.
国家地震局地质研究所. 1987. 郯庐断裂. 北京:地震出版社.
何国琦,李茂松,刘德权,等. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐:新疆人民出版社;香港:香港文化教育出版社.
黄汲清. 1946. 三十年来之中国地质学. 科学, 28(6), 249~264.
黄汲清. 1960. 中国地质构造基本特征的初步总结. 地质学报, 40(1): 1~37.
黄汲清,肖序常,任纪舜,等. 1965. 中国大地构造基本特征——三百万分之一中国大地构造图说明书. 北京:中国工业出版社.
黄汲清,任纪舜,姜春发,张之孟,许志琴. 1977. 中国大地构造基本轮廓. 地质学报, 51(2): 117~135.
黄汲清. 1982. 略论六十年来中国地质科学的主要成就及今后努力方向. 地质论评, 28(6): 515~527.

- 姜春发,张庆贵,张玉岫,朱志直.1963.东秦岭地槽型印支运动的存在.地质论评,21(3):116~121.
- 姜春发等.1992.昆仑开合构造.北京:地质出版社.
- 金文山,孙大中.1997.华南大陆深部地壳结构及其演化.北京:地质出版社.
- 李春昱,王荃,刘雪亚,等.1982.亚洲大地构造图(1:800万)及说明书.北京:地图出版社.
- 李德生.1982.中国含油气盆地的构造类型.石油学报,3(3):1~12.
- 李继亮.1992.中国东南海陆岩石圈结构与演化研究.北京:中国科学技术出版社.
- 李思田,路凤香,林畅松,等.1997.中国东部及邻区中、新生代盆地演化及地球动力学背景.武汉:中国地质大学出版社.
- 李四光.1942.20年经验之回顾.中国地质学会志,22(1~2):21~48(英文).
- 李四光.1973.地质力学概论.北京:科学出版社.
- 李毓尧等.1935.宁镇山脉地质.中央研究院地质研究所集刊,第11号.
- 林宝玉.1984.西藏中南部雅鲁藏布江两侧早二叠世地层和珊瑚动物群.见:中国地质科学院,法国科学研究中心主编.中法喜马拉雅考察成果.北京:地质出版社,63~85.
- 刘福田,曲克信,吴华,李强,刘建华,胡戈.1989.中国大陆及邻近地区的地震层析成像.地球物理学报,32(3):281~291.
- 刘光鼎.1993.中国海区及邻域地质地球物理图集.北京:科学出版社.
- 刘增乾,徐先,潘桂棠,等.1990.青藏高原大地构造与形成演化.北京:地质出版社.
- 路凤香,郑建平,李伍平,等.2000.中国东部中生宙地幔演化的主要样式:“蘑菇云”模型.地学前缘,7(1),97~107.
- 陆松年,杨春亮,蒋明媚,等.1996.前寒武纪大陆地壳演化示踪.北京:地质出版社.
- 罗志立.1999.中国石油天然气形成的地质构造背景.见:邱中建,龚再升,主编.中国油气勘探.北京:石油工业出版社,地质出版社,1~19.
- 马杏垣.1995.中国构造地质学的回顾与展望——庆祝构造地质专业委员会成立30周年开幕词.地质论评,41(5):483~485.
- 马杏垣,白瑾,索书田,劳秋元,张家声.1987.中国前寒武纪构造格架及研究方法.北京:地质出版社.
- 马杏垣,刘昌铨,刘国栋.1991.江苏响水至内蒙古满都拉地质断面.地质学报,65(3):199~215.
- 马杏垣,索书田,游振东,刘如琦.1981.嵩山构造变形.北京:地质出版社.
- 马杏垣.1987.1:400万中国及邻区近海域岩石圈动力学图.北京:地质出版社.
- 马杏垣.1989.中国岩石圈地球动力学图集.北京:地图出版社.
- 马宗晋.1982.论全球构造系统.武汉地质学院学报,(3):23~38.
- 马宗晋,傅征祥,张郢珍,张国民,刘德富.1982.1966~1976年中国九大地震.北京:地震出版社.
- 潘桂棠,陈智梁,李兴振,颜仰基,许效松,徐强,江新胜,吴应林,罗建宁,朱同兴,彭勇民.1997.东特提斯地质构造形成演化.北京:地质出版社.
- 钱祥麟.1992.华北北部太古宙克拉通化过程及地体拼贴与板块构造运动学模式.见:中国地质学会编.“七五”地质科技重要成果学术交流会议论文选集.北京:北京科学技术出版社.93~96.
- 任纪舜,曲景川.1966.滇西兰坪维西一带印支地槽褶皱带的确定.地质学报,46(2):182~200.
- 任纪舜,姜春发,张正坤,秦德余.1980.中国大地构造及其演化.北京:科学出版社.
- 任纪舜,陈廷愚,牛宝贵,等.1990.中国东部大陆岩石圈的构造演化与成矿.北京:科学出版社.
- 任纪舜.1996.关于中国大地构造研究之思考.地质论评,42(4):290~294.
- 任纪舜,王作勋,陈炳蔚,等.1999.从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明.北京:地质出版社.
- 沈其韩,等.2000.山东沂水杂岩的组成与地质演化.北京:地质出版社.
- 时振梁,环文林,曹新玲,武宦英,刘耀斌,黄玮琼.1974.中国地震活动的某些特征.地球物理学报,17(1):1~13.
- 宋鸿林,朱宁.1999.北京西山中生代古地热异常和房山变质核杂岩的成因.见:郑亚东,主编.第31届国际地质大会论文集,第14卷,构造地质、地质力学.北京:地质出版社,115~120.
- 孙鸿烈,郑度.1998.青藏高原形成演化与发展.广州:广东科技出版社.
- 孙荣圭.1984.地质科学史纲.北京:北京大学出版社.
- 索书田,钟增球,游振东.大别地块超高压变质期后伸展变形及超高压变质岩石折返过程.中国科学(D辑),2000.30(1):9~17.
- 唐克东等.1992.中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律.北京:北京大学出版社.
- 滕吉文,冯焱芬,李金森,陈学波,闻昆娣,张家茹.1974.华北平原中部地区深部构造背景及邢台地震.地球物理学报,17(4):255~271.????
- 滕吉文,冯焱芬,李金森,陈学波,闻昆娣,张家茹.1975.华北平原中部地区深部构造背景及邢台地震.地球物理学报,18(3):196~207.????
- 田在艺,张庆春.1996.中国含油气沉积盆地论.北京:石油工业出版社.
- 万天丰.1995.郯庐断裂的演化与古应力场.地球科学,20(5):526~534.
- 王鸿祯等.1985.中国古地理图集.北京:地图出版社.
- 王鸿祯等.1999.中国地质科学五十年.武汉:中国地质大学出版社.
- 王乃文.1984.青藏高原古生物地理与板块构造的探讨.见:中国地质科学院地质研究所刊(9).北京:地质出版社,1~28.
- 王尚文.1983.中国石油地质学.北京:石油工业出版社.
- 王小凤,李中坚,陈柏林,等.2000.郯庐断裂带.北京:地质出版社.
- 王曰伦,陆宗斌,邢裕盛,高振家,林蔚兴,马国干,张录易,陆松年.1980.中国上前寒武系的划分和对比.见:中国震旦亚界.天津:天津科学技术出版社,1~30.
- 王作勋,邹继勇,吕喜朝,等.1990.天山多旋回构造演化及成矿.北京:科学出版社.
- 吴功健,高锐,余钦范,程庆云,孟令顺,董学斌,崔作舟,尹周勋,沈显杰,周兆秀.1991.青藏高原“亚东—格尔木地质断面”综合地球物理调查与研究.地球物理学报,34(5):552~562.
- 吴正文.1992.中国构造地质学研究在过去10年中的主要进展和对今后的展望.见:中国地质学会编.八十年代中国地质科学.北京:地质出版社,18~25.
- 伍家善,耿元生,沈其韩,万渝生,刘敦一,郝彪.1998.中朝古大陆太古宙地质特征及构造演化.北京:地质出版社.
- 夏国治,程裕祺.1990.当代中国的地质事业.中国社会科学出版社.1~628.
- 夏林圻,夏祖春,任有祥,左国朝,邱家骥,等.1998.祁连山及邻区火山作用与成矿.北京:地质出版社.
- 肖序常,李廷栋,李光岑,常承发,袁学诚,等.1988.喜马拉雅岩石圈构造演化.北京:地质出版社.
- 肖序常,汤耀斌,冯益民,等.1992.新疆北部及其邻区大地构造.北京:地质出版社.

- 徐嘉炜. 1980. 郯—庐断裂带巨大的左行平移运动. 合肥工业大学学报, (1): 1~26.
- 徐树桐, 刘贻灿, 江来利, 等. 1994. 大别山的构造格局和演化. 北京: 科学出版社.
- 许靖华, 孙枢, 王清晨, 陈海泓, 李继亮. 1998. 1: 400 万中国大地构造相图. 北京: 科学出版社.
- 许志琴, 卢一伦, 汤耀庆, 张治洮. 1988. 东秦岭复合山链的形成—变形、演化及板块动力学. 北京: 中国环境出版社.
- 颜丹平, 宋鸿林, 傅昭仁, 田竟亚. 1997. 扬子地台西缘变质核杂岩带. 北京: 地质出版社.
- 杨巍然. 1999. 五十年来中国区域大地构造学的发展. 见: 王鸿祯, 主编. 中国地质科学五十年. 北京: 地质出版社, 97~106.
- 杨巍然, 王国灿, 简平. 2000. 大别造山带构造年代学. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 杨遵仪, 聂泽同, 等. 1990. 西藏阿里古生物. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 袁学诚等. 1996. 中国地球物理图集. 北京: 地质出版社.
- 游振东, 韩郁菁, 杨巍然, 张泽明, 韦必则, 刘嵘. 1998. 东秦岭大别高压超高压变质带. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 曾融生. 1973. 莫霍界面的重力补偿和地壳结构的基本模式. 地球物理学报, 16: 1~5.
- 张伯声. 1962. 镶嵌的地壳. 地质学报, 42(3): 275~288.
- 张伯声. 1980. 中国地壳的波浪状镶嵌构造. 北京: 科学出版社.
- 张伯声, 王战. 1995. 中国波浪状镶嵌构造图(1: 500 万). 北京: 地质出版社.
- 张二朋, 牛道韞, 霍有光, 等. 1993. 秦巴及邻区地质—构造特征概述. 北京: 地质出版社.
- 张国伟, 张本仁, 袁学诚. 1996. 秦岭造山带造山过程和岩石圈三维结构图丛. 北京: 科学出版社.
- 张理刚, 等. 1995. 东亚岩石圈块体地质——上地幔、基底和花岗岩同位素地球化学及其动力学. 北京: 科学出版社.
- 张文佑, 等. 1959. 中国大地构造纲要及 1: 400 万中国及邻区大地构造图. 中国科学院地质研究所专刊, 第 1 号. 北京: 科学出版社.
- 张文佑. 1984. 断块构造导论. 北京: 石油工业出版社.
- 张文佑, 等. 1986. 中国及邻区海陆大地构造. 北京: 科学出版社.
- 张文昭, 等. 1997. 中国陆相大油田. 石油工业出版社.
- 张以蓁, 郑健康. 1994. 青海可可西里及邻区地质概论——1: 50 万青海可可西里及邻区地质图说明书. 北京: 地震出版社.
- 赵宗溥等. 1993. 中朝准地台前寒武纪地壳演化. 北京: 科学出版社.
- 郑建平. 1999. 中国东部地幔置换作用与中—新生代岩石圈减薄. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 钟大赉, 等. 1998. 滇川西部古特提斯造山带. 北京: 科学出版社.
- 《中国地质学》扩编委员会. 1999. 中国地质学(扩编版), 原著李四光. 北京: 地质出版社.
- 中国地质科学院地质研究所构造地质研究室. 1979. 中国大地构造图(1: 400 万). 北京: 地图出版社.
- 中国地质科学院地质力学研究所编图组. 1978. 中国主要构造体系图, 中华人民共和国构造体系图(1: 400 万)说明书. 北京: 地质出版社.
- 中国地质学会构造地质专业委员会(钱详麟执笔). 1982. 中国构造地质学的六十年回顾和展望. 地质论评, 28(6): 567~574.
- 朱炳泉. 1993. 矿石 Pb 同位素三维空间拓扑图解用于地球化学省与矿种区划. 地球化学, 22(3): 209~216.
- 朱夏. 1986. 论中国含油气盆地构造. 北京: 石油工业出版社.
- 左国朝, 何国琦, 等. 1990. 北山板块构造及成矿规律. 北京: 北京大学出版社.
- of Precambrian crust in China. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Chang Chengfa, Zheng Xilan. 1973. Tectonic feature of the Mount Jolmo Lungma region in Southern Tibet, China. Scientia Geologica Sinica, (1): 1~12 (in Chinese with English abstract).
- Chen Bingwei, Li Yongsan, Qu Jingchuan, Wang Kaiyuan, Ai Changxing, Zhu Zhizhi. 1991. On the main geotectonic problems in the Sanjiang region (Nujiang—Lancangjiang—Jinshajiang region) and their relations to metallization. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Chen Guoda. 1956. Examples of “activizing region” in the Chinese platform with special reference to the “cathaysia” problem. Acta Geologica Sinica, 36(3): 239~271 (in Chinese with English abstract).
- Chen Guoda. 1960. Activation of the platform and the contribution to the quest for mineral resources. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Chen Guoda, et al. 1998. Crustobody geotectonics of Asian continent and adjacent seas. Changsha: Hunan Education Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Chen Zhefu, Cheng shoude, Liang Yunhai, Xu Xin. 1991. Opening—Closing tectonics and Mineralization in Xinjiang. Urumqi: Xinjiang Sciences Technology and Hygiene Publishing House (K) (in Chinese with English abstract).
- Cheng Yuqi (chief editor). 1994. Introduction to Regional Geology in China. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Commission on structural Geology of the Geological Society of China (Qian Xianglin write). 1982. Review of the past 60 years of China's structural geology and prospect. Geological Review, 28(6): 567~573 (in Chinese).
- Cui Shengqin, Lin Jinrong. 1983. On the Indosinian movement of China's peri-Pacific tectonic belt. Acta Geologica Sinica, 57(1): 51~63 (in Chinese with English abstract).
- Deng Jinfu, Zhao Hailing, Mo Xuexue, et al. 1996. Continental roots-plume tectonic of China—Key to the continental dynamics. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Deng Kangling, Cai Jianzhong, Chen Zaixiong. 1960. Reconnaissance on the geology of the Kantze region. Geological Review, 20(4): 172~176 (in Chinese).
- Dong Shenbao, et al. 1986. Metamorphism in China and its relation with the crustal evolution. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Feng Rui, Zhu Jiashou, Ding Yunyu, Chen Guoying, He Zhengqin, Yang Shubin, Zhou Hainan, Sun Kezhong. 1981. Crustal structure in China from surface waves. Acta Seismologica Sinica, 3(4): 335~350 (in Chinese with English abstract).
- Feng Rui. 1985. Crustal thickness and the densities in the upper mantle beneath China—The results of three dimensional gravity inversion. Acta Seismologica Sinica, 7(2): 143~157 (in Chinese with English abstract).
- Grabau A W (葛利普). 1924. Stratigraphy of China, part I, Paleozoic and older. Geological Survey of China, Peking, 1~528.
- Grabau A W (葛利普). 1928. Stratigraphy of China, part II, Mesozoic. Geological Survey of China, Peking, 1~774.
- Gong Zaisheng, Li Sitian. 1997. Continental Margin Basin Analysis and Hydrocarbon Accumulation of the Northern South China Sea.

References

Bai Jin, Huang Xueguang, Wang Huichu, et al. 1993. The evolution

- Beijing; Science Press.
- Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Ma Ruishi. 1980. The tectonic framework and crustal evolution of southern China. In: Scientific papers on geology for international exchange—prepared for “The 26th International Geological Congress”, 1, Tectonic Geology and Geological Mechanics. Beijing; Geological Publishing House, 109~116 (in Chinese with English abstract).
- Guo Tiejing, Liang Dingyi, Zhang Yizhi, Zhao Chonghe, et al. 1991. Geology of Ngari, Tibet (Xizang). Wuhan; China University of Geosciences Press (in Chinese with English abstract).
- He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan, et al. 1994. Paleozoic crustal evolution and mineralization in Xinjiang of China. Urumqi; Xinjiang People's Publishing House, Hong Kong: Education and Culture Press Ltd. (in Chinese, with English abstract).
- Hsu K J(许靖华), Sun Shu, Wang Qingchen, Chen Haihong, Li Jiliang. 1998. 1 : 4000000 Atlas of tectonic facies in China. Beijing; Science Press(in Chinese with English abstract).
- Huang T K(黄汲清). 1945. On Major Tectonic Forms of China. Geological Memoirs, ser. A, no. 20, 165.
- Huang T K(黄汲清). 1946. Geology in China during the last 30 years. Science, 28 (6): 249~264 (in Chinese).
- Huang T K(黄汲清). 1960. The main characteristics of the geologic structure of China: preliminary conclusions. Acta Geologica Sinica, 40(1): 1~37 (in Chinese with English abstract).
- Huang T K(黄汲清), Xiao Xuchang, Ren Jishun, et al. 1965. Characteristics of tectonics in China—a notebook to the 1 : 3000000 map of tectonics in China. Beijing: China Industry Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Huang T K(黄汲清), Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhimeng, Xu Zhiqing. 1977. An outline of the tectonic characteristics of China. Acta Geologica Sinica, 51(2):117~135 (in Chinese with English abstract).
- Huang Jiqing (Huang T. K.) Chen Bingwei. 1980. On the formation of Pliocene—Quaternary molasses in Tethys—Himalayan tectonic domain and its relation with the Indian plate motion. In: Scientific Papers on Geology for International Exchange, Prepared for “The 26th International Geological Congress”, 1, Tectonic Geology and Geological Mechanics. Beijing; Geological Publishing House, 1~14 (in Chinese).
- Huang Jiqing (Huang T. K.). 1982. A brief account of the main achievement in geological science in China over the last 60 years and our task ahead. Geological Review, 28(6): 515~527 (in Chinese with English abstract).
- Jiang Chunfa, et al. 1992. Opening—closing tectonics of Kunlun Mountains. Beijing; Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Lee J S(李四光). 1939. The Geology of China. London: Tomas Murby & Co., 1~528.
- Lee J S(李四光). 1942. Reflections on twenty years' experience. Bulletin of the Geological Society of China, 22(1~2): 21~48.
- Li Chunyu, Wang Quan, Liu Xueya, et al. 1982. Map of tectonics of Asia (1 : 8000000) and the notebook. Beijing; Atlas Publishing House.
- Li Sitian, Lu Fengxiang, Lin Changsong, et al. 1997. Evolution of Mesozoic and Cenozoic basins in eastern China and their geodynamic background. Wuhan; China University of Geosciences Press.
- Li Yuyao, et al. 1935. Geology of Ningzhen Mt. Bulletin of Institute of Geology, Central Academy, No. 11.
- Lin Baoyu. 1984. Lower Permian stratigraphy and coral faunas from both flanks of Yarlung Zangbo River in Central—Southern Xizang (Tibet). Beijing; Geological Publishing House, 63~84.
- Liu Futian, Qu Kexin, Wu Hua, Li Qiang, Liu Jianhua, Hu Ge. 1989. Seismic tomography of the Chinese continent and adjacent region. Acta Geophysica Sinica, 32(3): 281~291 (in Chinese with English abstract).
- Liu Guanding et al. 1993. Atlas of Geology and Geophysics of China Seas and Adjacent Area. Beijing: Science Press.
- Liu Zengqian, Xu Xian, Pan Guitang, Li Taizhao, Yu Guangming, Yu Xijing, Jiang Xingzhi, Wei Guanyi, Wang Chengshan. 1990. Tectonics, Geological Evolution and Genetic Mechanism of Qinghai—Xizang Plateau. Beijing; Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Luo Zhili. 1999. Geological setting of Chinese petroleum province. In: Qiu Zhongjian, Gong Zaisheng, eds. Petroleum Exploration in China. Beijing; Geological Publishing House, Petroleum Industry Press. 1~19 (in Chinese).
- Ma Xingyuan. 1995. Structural geology and tectonics in China: retrospect and prospect—Opening speech at the celebration of the 30th anniversary of the founding of the Commission on Tectonics. Geological Review, 41(5): 483~485(in Chinese).
- Ma Xingyuan, Liu Changquan, Liu Guodong. 1991. Xiangshui (Jiangsu province) to Mandal (Inner Mongolia) geoscience transect. Acta Geologica Sinica, 65(3): 199~215 (in Chinese with English abstract).
- Ma Xingyuan, Suo Shutian, You Zhendong, Liu Ruqi. 1981. Tectonic Deformation of the Songshan Area, Henan Province, China. Beijing; Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Ma Xingyuan. 1989. 1 : 4000000 Lithospheric Dynamics Atlas of China. Beijing; China Cartographic Publishing House(in Chinese, with English abstract).
- Ma Zongjin. 1982. Discussion on global tectonics system. Journal of Wuhan college of geology, (3):23~38(in Chinese with English abstract).
- Mapping Group of the Geomechanics Institute of the Chinese Academy of Geological Sciences. 1978. Main Tectonic System of China and Notebook to the Atlas of Tectonic System of People's Republic of China (1 : 4000000). Beijing; Geological Publishing House (in Chinese).
- Metcalfe I, Ren Jishun, Charvet J, Hada S. 1999. Gondwana Dispersion and Asian Accretion. A. A. Balkema/Rotterdam/Brookfield.
- Pan Guitang, Cheng Zhiliang, Li Xingzhen, et al. 1997. Geological—Tectonic Evolution in Eastern Tethys. Beijing; Geological Publishing House(in Chinese, with English abstract).
- Pan Yusheng, et al. 1996. Geological Evolution of the Karakorum and Kunlun Mountains. Beijing; Science Press.
- Pumpelly R(庞培勒). 1866. Geological Research in China, Mongolia and Japan During the Years 1862~1865.
- Rechthofen F von(李希霍芬). 1877, 1882, 1912. China. Vol. s I ~ II. Berlin; Verlag von Dietrich Reimer, 1~758; 1~792; 1~736.
- Ren Jishun. 1996. Thoughts on the study of tectonics of China. Geological Review, 42(4): 290~294 (in Chinese with English

- abstract).
- Ren Jishun, Burrett C, Charvet J, Hada S. 1991. Brief outline and objectives of the IGCP Project 321. In: Ren Jishun, Xie Guanglian, eds. Proceedings of the First International Symposium on Gondwana Dispersion and Asian Accretion— Geological Evolution of Eastern Tethys, Nov. 25—Dec. 1, 1991, Kunming, China, X IV ~ X VI.
- Ren Jishun, Chen Tingyu, Liu Zhigang, et al. 1990. Tectonic Evolution of the Continental Lithosphere and Metallogeny in Eastern China and Adjacent Areas. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
- Ren Jishun, Jiang Chunfa, Zhang Zhengkun, Qin Deyu. 1987. The Geotectonic Evolution of China. Beijing: Science Press. (Chinese version published in 1980).
- Ren Jishun, Qu Jingchuan. 1966. On the occurrence of geosynclinal Indosinides in the Lanping—Weishi region, Western Yunnan. *Acta Geologica Sinica*, 46(2): 182~200.
- Ren Jishun, Wang Zuoxun, Chen Bingwei, et al. 1999. The Tectonics of China from a Global View— A Guide to the Tectonic Map of China and Adjacent Regions. Beijing: Geological Publishing House.
- Shi Zhenliang, Huan Wenlin, Cao Xinling, Wu Huanying, Liu Yaobin, Huang Weiqiong. 1974. Some characteristics of seismic activity in China. *Acta Geophysica Sinica*, 17(1): 1~13 (in Chinese with English abstract).
- Sun Honglie, Zheng Du. 1998. Formation, Evolution and Development of Qinghai—Xizang (Tibet) Plateau. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press (in Chinese).
- Teng Jiwen, Feng Chifen, Li Jinsen, Chen Xuebo, Wen Kundi, Zhang Jiuru. 1974, 1975. Crustal structure of the central part of North China Plain and the Hsintai (邢台) earthquake. *Acta Geophysica Sinica*, 17(4): 255~271, 18(3): 196~207 (in Chinese with English abstract).
- Wan Tianfeng. 1995. Evolution of Tancheng—Lujiang fault zone and paleostress fields. *Earth Science— Journal of China University of Geosciences*, 20(5): 526~534 (in Chinese with English abstract).
- Wang Hongzhen, et al. 1985. Atlas of Palaeogeography of China. Beijing: Cartographic Publishing House (in Chinese, with English abstract).
- Wang Hongzhen, et al. 1999. Fifty Years of Geological Science in China. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese).
- Wang Hongzhen, Mo Xuanxue. 1996. An outline of the tectonic evolution of China. *Episodes*, 18(1~2): 6~16.
- Wang Naiwen. 1984. On the Palaeobiogeography and plate tectonics of Qinghai—Tibet plateau. *Bulletin of the Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences*, (9): 1~28. (in Chinese with English abstract).
- Wang Xiaofeng, Li Zhongjian, Chen Bolin, et al. 2000. On Tancheng—Lujiang fault zone. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Wang Yuelun, Lu Zongbin, Xing Yusheng, Gao Zhenjia, Lin Weixing, Ma Guogan, Zhang Luyi, Lu Songnian. 1980. Subdivision and correlation of the upper Precambrian in China. In: *Sinian Suberathem in China*. Tianjin Science and Technology Press. 1~30 (in Chinese).
- Wang Zuoxun, Wu Jiyi, Lu Xichao, et al. 1990. Polycyclic tectonic evolution and metallogeny of the Tianshan mountains. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
- Willis B(维理士), Blackwelder E, et al. 1907~1913. Research in China. Vol. 1~3. Carnegie Institute, Washington.
- Wong W H. 1926. Crust movement in eastern China. Proceedings of 3rd Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, 642~685.
- Wong W H. 1929. The Mesozoic orogenic movement. *Bulletin of the Geological Society of China*, 8(1): 33~44.
- Wu Gongjian, Gao Rui, Yu Qinfan, et al. 1991. Integrated investigations of the Qinghai—Tibet plateau along the Yadong—Golmud geoscience transect. *Acta Geophysica Sinica*, 34(5): 552~562 (in Chinese with English abstract).
- Xiao Xuchang, Li Tingdong, Li Guangcen, Chang Chengfa, Yuan Xuecheng. 1988. Tectonic evolution of the lithosphere of the Himalayas. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Feng Yimin, Zhu Baoqing, Li Jinyi, Zhao Min. 1992. Tectonics Evolution of the Northern Xinjiang and Its Adjacent Area. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Xu Jiawei. 1980. The great left-lateral horizontal displacement of Tancheng—Lujiang fault zone, Eastern China. *Journal of Hefei Polytechnic University*, (1): 1~26 (in Chinese with English abstract).
- Xu Zhiqin, Lu Yilun, Tang Yaoqing, Zhang Zhitao. 1988. Formation of the Composite Eastern Qinling Chains. Beijing: China Environmental Science Press (in Chinese with English abstract).
- Yan Danping, Song Honglin, Fu Zhaoren, Tian Jingya. 1997. Metamorphic Core Complexes in the Western Margin of Yangtze Platform. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Yang J, Smith D C. 1989. Evidence for a former sandine—coesite—eclogite at Lanshantou, eastern China and the reorganization of the Chinese "Su—Lu coesite—eclogite province: *Terra Abstra.*, 1(26). ???
- Yang Weiran, Wang Guocan, Jian Ping. 2000. Study on the tectonic—chronology of the Dabie orogenic belt. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese with English abstract).
- Yang Zunyi, Nie Zetong, et al. 1990. Paleontology of Ngari, Tibet (Xizang). Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese with English abstract).
- You Zhendong, Han Yujing, Yang Weiran, Zhang Zeming, Wei Bize, Liu Rong. 1998. The High-pressure and Ultra-high-pressure Metamorphic Belt in the East Qinling and Dabie Mountains, China. Wuhan: China University of Geosciences Press.
- Yuan Xuecheng. 1996. Atlas of Geophysics in China. Beijing: Geological publishing house (in Chinese with English abstract).
- Zeng Rongsheng. 1973. Gravity compensation of the Mohorovičić discontinuity and the basic model of crustal structure. *Acta Geophysica Sinica*, 16: 1~5 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Bosheng. 1962. The mosaic earth's crust. *Acta Geologica Sinica*, 42(3): 275~288 (in Chinese).
- Zhang Bosheng, Wang zhan. 1995. 1: 5000000 Map of China Crustal Wavy Mosaic Structure. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese).
- Zhang Erpeng, Niu Daoyun, Huo Youguang, et al. 1993. Geologic—Tectonic Features of Qinling—Dabashan Mountains and Adjacent

- Regions. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Zhang Guowei, Zhang Benren, Yuan Xuecheng. 1996. Orogenics and Atlas of Three-dimension Lithosphere Structure in Qinling Orogenic Belts. Beijing: Science Press (in Chinese with English abstract).
- Zhang Erpeng, Niu Daoyun, Huo Youguang, et al. 1993. Geologic—Tectonic Features of Qinling—Dabashan Mountains and Adjacent regions. Beijing: Geological publishing house (in Chinese with English abstract).
- Zhang Wenyong. 1959. Program of China Tectonics and 1:4000000 Atlas of Tectonics in China and Adjacent Area. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Zhang Wenyong. 1984. An Introduction to Fault-block Tectonics. Beijing: Petroleum industry press (in Chinese).
- Zhang Wenyong, et al. 1986. Marine and Continental Geotectonics of China and Its Environs. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Zhang Yifu, Zheng Jiankang. 1994. Geological Overview in Kokshili, Qinghai and Adjacent Areas. Beijing: Seismological Press (in Chinese with English abstract).
- Zhao Wenjin, Nelson K D and Project INDEPTH Team. 1993. Deep Seismic reflection evidence for continental underthrusting beneath Southern Tibet. *Nature*, 366(557~559).
- Zhao Zongpu. 1993. Evolution of Precambrian Crust in Sino—Korea Semicraton. Beijing: Science Press (in Chinese).
- Zheng Jianping. 1999. Mesozoic—Cenozoic Mantle Replacement and Lithospheric Thinning beneath the Eastern China. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese with English abstract).
- Zheng Y, Zhang Q, Wang Y, Liu R, Wang S G. 1996. Great Jurassic thrust sheet in Beishan (North Mountains)—Gobi areas of China and southern Mongolia. *Journal of Structural Geology*, 18(9): 1111~1126.
- Zhou Xinhua. 2000. Four-dimension of mapping of subcontinental lithosphere beneath Northern China: a preliminary geochemical overview. In: The second world Chinese conference on geological sciences—2000 extended abstracts with programs. Stanford, California, U. S. A. 339~343.
- Zhu Bingquan. 1993. Tri-dimension spacial topological diagrams of ore lead isotopes and their application to the division of geochemical provinces and mineralizations. *Geochimica*, 22(3): 209~216 (in Chinese with English abstract).

Tectonic Research of China: Review and Prospect

REN Jishun¹⁾, HAO Jie²⁾, XIAO Liwei¹⁾

1) *Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037*

2) *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029*

Abstract

The development of China's tectonics can be divided into five stages: the first is pre-1926, when research work was done mainly by foreign scientists; the second one, from 1926 to 1949, may be called the initial stage and during the time the foundation of tectonic research was laid in our country; the third stage ranges from 1949 to 1966, during which the tectonics grew vigorously and various schools of thought developed in full content; the 10 years' duration of the "Great Cultural Revolution" calamity, between 1966 and 1976, is the fourth stage and the last one, is 1976 to the present, the theory of plate tectonics has prevailed. The past decades have seen considerable accomplishments: abundant material and data gathered through continued investigations, which are essential to tectonic researches; the classification of orogenic cycles and tectonic stages of China widely accepted by Chinese geologists; the major tectonic units, the main fault systems and the suture zones determined in general; the deep tectonics has been broadly outlined; and great advances made in the study of the Qinghai—Xizang (Tibet) plateau; and moreover, a number of important research programs are progressing fairly and steadily. We hold that the atmosphere of academic freedom and the creative thinking from the objective facts of China's geology are the necessary requirements for its development, while copying or following another's example simply is the biggest hindrance. Guided by the scientific concept of Earth systems, several tectonic schools of thought within China are proceeding towards the way of both developing individually and penetrating mutually, and a new system of tectonic theory is in embryo.

Key words: tectonics of China; review and prospect; innovation system of Earth science in East Asia