



大地构造学之三

东亚-西太平洋 壳体大地构造

魏洲龄 等著

内 容 简 介

本书以自身研究的第一性资料为依托,同时充分利用了前人的大量研究成果,运用壳体大地构造学的理论和方法,系统探讨了东亚-西太平洋地区的有关大地构造问题及成矿学问题。书中,对研究地区的构造分区、岩石圈地幔结构与演化、地壳结构与深部地质、壳体演化-运动特点及力源机制、过渡带成矿、中国东部及陆缘扩张带油气大地构造等问题的阐述,素材丰富充实,逻辑性强,观点新颖,提出了不少与前人不同的见解,这些见解,对今后开展东亚-西太平洋地区的许多基础地质问题和成矿学问题将有重要的启迪。

该书是以陈国达院士近年来提出的新型全球大地构造学——壳体大地构造学为指导进行大范围实际研究的第一本专著,内容丰富,理论紧密结合实际,是当今大地构造学的一部新作,适合于从事大地构造、成矿学研究者及有关院校研究生、高年级学生阅读,对生产部门开展有关基础地质研究及分析矿产时空分布规律有重要的参考价值。

前 言

随着大地构造学的不断发展,出现的理论也不断增多。它们此起彼落,兴衰更替频繁。当某一方的理论兴盛时,以为它是最值得崇尚的了,但经过实践检验,又常常发现新崇尚的也未必尽如人意。原因何在?陈国达认为要从高层次的分析角度来看这问题。他从历史唯物观出发,认真思考当今历史论大地构造学和因果论大地构造学的研究目的、对象、研究方法及其在发展大地构造学和发展国民经济中所作的贡献,得出的基本观点是:二者均有自己的长处和优点,但也存在自身的不足;同时认为,从研究全球构造来说,依目前的科学发展水平,二者缺一不可。因此提出了将历史论和因果论大地构造学的研究目的和研究方法有机地结合起来,建立一门兼容并包、融为一体的综合性新型全球大地构造学——“历史-因果论大地构造学”的构想。1992年3月发表了《历史-因果论大地构造学刍议》一文,与此同时,为了加速中国大地构造学研究的进程,以陈国达为首向中国科学院资环局(现为协调局)提交了《历史-因果论大地构造学的建立及其应用》项目的论证报告,得到了资环局的高度重视,并将该项目列为中国科学院“八五”重点科研项目。由于项目的任务十分繁重,必须分阶段进行才能完成。经认真研究,并与资环局讨论,确定“八五”期间该项目先开展“东亚-西太平洋大地构造的历史因果论分析”课题的研究工作。课题的主要目标,是从四维空间的角度阐明东亚-西太平洋地区(以中国东部为重点)的壳体类型及其形成、演化、运动、发展、变化规律和动力学机制,并研究中国东部及陆缘扩张带(部分)油气分布规律与壳体形成、演化、运动、发展的关系,在上述基础上,进而建立“历史-因果论大地构造学”。本专著就是该课题的成果总结。

在项目负责人陈国达院士的指导下,先后开展了多项专题研究工作,其中重点是壳体类型、地幔岩演化、深部地质作用、古地热旋回、力源机制及油气成矿学。研究的学术指导思想是“历史-因果论大地构造学”,研究方法是“历史-动力综合分析法”。研究过程中,除充分利用前人研究成果外,还进行了大量的野外和室内的研究工作。在野外,先后在东北地区(重点在松辽盆地及邻区)、胜利油田、中原油田、内蒙、湖南、浙江、福建、广东、海南、云南、鄂尔多斯盆地等开展过不同专题的野外考察及取样工作;在室内,先后开展过显微镜、镜质体反射率、裂变径迹、常量元素、微量元素、同位素、包体测温等测试工作和重磁资料、热场资料、同位素资料的计算机处理,以及遥感图象解释。因而本课题在研究过程中取得了丰富的第一手资料,同时也取得了比较理想的成果。概括起来,本课题取得了以下主要成果:

(1) 进一步建立和发展了新型的全球大地构造理论——历史-因果论大地构造学

按“历史-因果论大地构造学”的逻辑思维,并应用历史-动力综合分析法,对中国东部大地构造问题进行研究的结果表明:①中国东部地区,在中生代以前,分属于4~5个具有自身演化和运动的、呈EW向展布且跨越现今银昆构造带的壳体(后述);中生代起,中国地域的东部和西部明显分离,中国东部的几个EW向壳体拼接成一个演化、运动具有较强一致性的、呈NE向展布的联合壳体。②壳体既在演化,同时又在运动。壳体的演化,遵循“动定转化递进律”,从

简单到复杂、从低级到高级、从未成熟到成熟、从硅镁壳向硅铝壳演化发展;壳体的运动在不同的地质时期和构造阶段有别,就现阶段而言,中国东部及陆缘扩张带的运动形式并非以碰撞、汇聚为主,而是以扩张、离散为主,从构造应力场角度看,则表现为“持续拉张、脉动挤压”的形式,并非板块观点所说的“俯冲、碰撞”。这一认识得到了地球物理资料及新生代构造和含油气盆地特征的支持,符合客观事实。由此表明,历史-因果论大地构造学理论具有强大的生命力,是当今大地构造学发展的一个新的生长点。

(2) 确定了中国东部岩石圈的性质和结构

研究中,部分工作与英国伦敦大学合作研究。对中国东部不同地段(20多个地区)的幔岩的产出条件进行了野外观察,并对其岩石学、包体、Sr-Nb 同位素等特征做了大量的分析测试工作,综合分析结果认为,中国东部古生代时期,岩石圈厚度比现阶段要大得多,华北地区可达150~250 km厚,华南地区也大于160 km,且古生代的岩石圈存在厚而“冷”的慢根;中生代起,深部地幔活跃程度加强,表现出岩石圈底部的机构-热侵蚀作用,破坏了古生代时期的岩石圈地幔状态,热边界层不断上升,引起了岩石圈的减薄;晚第三纪以来,岩石圈地幔相对逐渐变冷,向下增生,形成了古老的和新生的双层岩石圈地幔结构。这一成果有效地解释了中国东部大地构造演化特征。此外,还初步建立了湘南地区中生代岩石圈岩石结构剖面,初步将其分出6层结构。

(3) 建立了壳体运动和地幔蠕动的数学模型

依据质量、动量和能量守恒原理,考虑多种力源(包括内力和外力,诸如地幔和地壳所受的热力、重力、相变力以及地球自转和公转作用力等),运用近代数理理论,建立了壳体运动和地幔蠕动的地质模型和数学模型,给出了一套完善描述壳体运动和地幔蠕动起因和力源机制的数学语言以及地质年代地幔蠕动数学模型的数值方法,并在此基础上,模拟了东亚壳体北部中生代以来的地幔蠕动物史。这一研究成果在国内外都少见,经东北地区检验,得到了生产部门的支持。

(4) 发展了成矿学理论

根据壳体大地构造学的成矿理论,剖析了中亚、东亚壳体接合带、华北壳块与秦岭壳块接合带以及构造发展阶段过渡期和正负构造单元接合带(过渡带)的成矿作用过程,提出了“过渡际是矿产聚集的特殊场所”的成矿理论,并总结出了过渡际中5个特殊的成矿条件,指出东亚-中亚壳体接合带是亚洲巨型南北向构造成矿带,对其开展系统研究,将对中国的工业布局产生巨大的影响。

从油气成矿学角度,系统阐述了中国东部及陆缘扩张带的油气大地构造问题。首次明确了“油气成矿学”的含义、研究内容和研究方法,并从油气成矿学角度确定油气大地构造的主要研究内容是油气专属性、油气继承性、油气深源性、油气复成性和过渡际油气形成的特殊性。根据上述内容对研究区进行研究的结果,认为所论地区的前地槽阶段不具备生油条件,而地槽阶段、地台阶段和地洼阶段则具备良好的生油条件和成藏条件。在上述研究的基础上,根据所论地区深部地幔活动状态、壳体演化运动史和油气形成特点,将所论地区归属于地幔扩散型油气域,分出了3个油气大区(即陆缘扩张型油气大区、东部拉张型油气大区、中部张-压型油气大区),进一步分出了17个油气区。此外对东北侏罗系、龙门山北段山前带、燕山南缘东段的油气前景进行了分析,认为是有利远景区。

本书除前言及结语外,分8章进行阐述,即:第1章,学术指导思想及研究方法(执笔人陈

国达、魏洲龄);第2章,东亚-西太平洋地区大地构造基本框架(执笔人陈广浩);第3章,中国东部岩石圈地幔特征、结构与演化(执笔人范蔚茗);第4章,东亚-西太平洋地区地壳结构与深部地质(执笔人林舸);第5章,东亚-西太平洋地区壳体演化、运动实例剖析(执笔人彭文澜);第6章,壳体演化运动及力源机制的研究(执笔人李志安);第7章,过渡际成矿(执笔人魏洲龄);第8章,中国东部及陆缘扩张带油气大地构造(执笔人魏洲龄)。书稿成文后,陈国达教授进行了全面审查、修改。

本课题之所以能比较顺利地进行和取得较显著的成果,除项目负责人精心组织并参与实际研究和课题组同志积极工作外,还与中科院协调局的大力支持和长沙大地构造研究所有关部门的热情帮助分不开的。在科研过程中,得到了许多生产部门、科研单位和教学部门的帮助;文中还引用了许多前人的研究成果;在1992年、1993年的科研过程中,尹汉辉研究员还亲自带领年轻人进行野外工作;孙少华、秦清香、钟建华、邹和平、张琴华、毕华、潘传楚、黄怀勇等参加了部分研究工作。在此,我们向有关部门、单位和个人表示真诚的感谢。

目 录

前言

第1章 学术指导思想及研究方法	(1)
1.1 学术指导思想——“历史-因果论大地构造学”	(1)
1.2 研究方法——“历史动力综合分析法”	(12)
第2章 东亚—西太平洋地区大地构造基本框架	(21)
2.1 东亚—西太平洋地区现阶段的大地构造分区	(21)
2.2 东亚—西太平洋地区一级构造区组成及其基本特征	(24)
2.3 东亚—西太平洋地区的大地构造演化、运动特征	(29)
第3章 中国东部岩石圈地幔特征、结构与演化	(38)
3.1 地幔包体的分布及其化学成分概述	(38)
3.2 地幔包体的 Sr、Nd 同位素组成与岩石圈地幔不均一性	(40)
3.3 中国东部岩石圈地幔结构与演化	(45)
第4章 东亚—西太平洋地区地壳结构与深部地质	(52)
4.1 壳体结构	(52)
4.2 东亚—西太平洋地区深部地质作用与壳体运动	(58)
第5章 东亚—西太平洋地区壳体演化、运动实例剖析	(72)
5.1 东亚壳体中段的壳块划分	(72)
5.2 华南壳块的生长演化	(77)
5.3 华北壳块的生长演化概况	(84)
5.4 华北、华南壳块的生长方式、特点及其机理浅析	(89)
第6章 壳体演化运动及力源机制的研究	(94)
6.1 壳体演化运动及力源机制的地质模型	(94)
6.2 壳体运动及力源机制的数学模型	(98)
6.3 壳体演化运动力源机制数学模型的数值方法及参数确定	(104)
6.4 壳体演化运动力源机制数学模型的应用	(117)
第7章 过渡际成矿	(120)
7.1 过渡际概念	(120)
7.2 过渡际成矿实例	(123)
7.3 过渡际成矿条件综合分析	(135)
第8章 中国东部及陆缘扩张带油气大地构造	(138)
8.1 油气大地构造特征	(138)
8.2 不同属性大地构造类型油气藏特征	(152)
8.3 油气大地构造区划	(158)
8.4 对含油气远景分析的若干思考	(160)
8.5 结语	(166)
后语	(170)

第1章 学术指导思想及研究方法

内容提要 “历史-因果论大地构造学”理论是以地洼学说为基础,集当代历史论和因果论大地构造学之长处而发展起来的新型全球大地构造理论。它不仅研究壳体的形成、生长、演化过程和划分演化阶段,重塑岩石圈演化史;而且从运动学角度研究不同壳体、壳块在演化过程中的运动、变化历程及壳体、壳块之间的相互关系。因而,这种理论能从四维空间探索岩石圈演化-运动规律。这种思维体系,应该说比以往任何一类大地构造学理论的思维体系更为全面。因此,按这种理论所揭示的壳体演化-运动规律将更为接近客观实际。“历史-动力综合分析法”是综合历史论和因果论大地构造学研究方法之长处而建立的,采用这一方法,将能更全面地捕捉岩石圈演化和运动的有关信息,进而分析它们之间的相互关系,揭示岩石圈演化和运动规律。

1.1 学术指导思想——“历史-因果论大地构造学”

本书的学术指导思想,是以地洼学说为基础、集当代历史论和因果大地构造学之长处而发展起来的新型全球大地构造理论——“历史-因果论大地构造学”。

1.1.1 提出“历史-因果论大地构造学”的历史背景

1) 大地构造学发展进程中“困惑状态”的启迪

随着人们对自然现象认识的加深,相继提出了各种不同的、甚至相反的思想、假说、理论,彼此之间,常有激烈的争论,甚至相互指责,每当此时,则往往在学科的发展中出现某些“困惑”,但这种“困惑”则往往又促进了人们的进一步思索,或重新审查自身观点的正确程度,或吸收对方的长处,或产生新的思想体系,最后促进了学科的发展。大地构造学的发展亦不例外。18世纪以来,火成论与水成论、隆起说与收缩说、垂直运动与水平运动、(所谓)固定论与活动论、槽台学说与板块学说等理论(或思想)之间之争,连续不断,相争之时,均使该领域及紧密相关领域的大多数学者在学术思想上处于某种“困惑状态”,特别是在近代大地构造学发展进程中的“困惑”感显得尤为突出(因为不同学派的理论基础均有近代科技成果为依据)。就中国而言,自从70年代初期引进板块学说以来,几乎风行全国,似乎是唯一正确的大地构造理论,以往在中国流行的多种大地构造理论(包括地质力学、多旋回学说、断块学说、地洼学说、镶嵌学说等)都似乎是过时的理论,板块学说才是最值得崇尚的理论。于是乎出现了一种板块学说可以解释一切地质现象和地质作用过程的幻觉,同时出现了搅用和套用板块学说的局面。然而,经实践检验,这种被意为最值得崇尚的理论也觉得未必尽如人意,如对东亚陆缘扩张带各种地质现象的解释,与板块学说的理论体系有不少矛盾之处,以致于非常信奉该理论的一些学者也对一些套用板块观点加于解释的地质问题提出了质疑;生产单位(如油气部门等)的一些高级研究人

员,则深感板块理论在找矿评价中难于应用,松辽盆地与二连盆地、海拉尔盆地均位于所谓的“北方板块”之中,为何前者与后二者在成油气条件、油气藏类型等特征方面有如此重大差别?……在这种情况下,出现了对板块理论持怀疑的态度,致使试图用高层次学科——大地构造学的理论指导科研和生产的良好愿望处于“困惑状态”之中。这种“困惑状态”进一步加速了笔者静思其原因何在?经近15年的思索和阅读不同学派的代表性著作,从历史唯物论的角度出发,深感受从高层次的角度加以分析才能解脱上述的“困惑状态”。

地质学史上,关于地质学的研究目的,一直存在着两种不同的看法[1990,诸大建],一种认为其目的主要是在于对地球历史的重建,即把地质学看作是自然史的一部分,要求写出详尽的地球史,并把研究重点放在追索地质事件的时间序列上,尤其重视遥远过去的事件;特别重视由“岩石建造”代表的地质体。这可称为历史主义或历史论地质学;另一种则认为,它的目的主要是在于对地球变革的理解,即把地质学看作是自然哲学的一部分,并把研究重点放在探究支配地球变化的一般性规律;而对于地质史记录的细节则注意较少,大都是附带性的主要是为了满足检验所提地质定律的需要,并且大多倾向于选择最近的过去(因其对于研究对象来说最为完整)。这可称为因果论地质学。作为地质学中常常涉及地球科学中许多根本性问题的地质构造学,这种分歧自然更为明显,并形成了历史论大地构造学和因果论大地构造学。这不独表现在研究目的上,尤其表现在研究对象的选择,以及所采用的研究方法等方面的分歧。例如,在历史论大地构造学理论中,有些主要探究地壳演化的阶段划分、构造单元的出现顺序和历史生因关系(如地槽-地台理论)。而在因果论大地构造学理论中,则有些主要探索地壳中诸种构造的力学成因和体系划分(如地质力学);另一些主要探索岩石圈块体的移动情况、互相间的力学关系,以及移动的力源机制(如板块理论)。因为主要研究对象不同,遂致主要研究途径和方法各有侧重。前述的困惑现象之所以出现,似乎主要同这些分歧及其两方各自优缺点有关。因此,要解决这一问题,就有必要从两者结合入手,以便互为补益,使二者的优点能够更好地发挥作用,而缺点得到消除或减少。

2) 地洼学说发展的必然

“历史-因果论大地构造学”是以地洼学说为基础,应用当代有关科技成果和吸收当今不同大地构造理论之优点而发展起来的,它是地洼学说发展的必然。

地洼学说诞生于1956年,直至今日,一直在持续向前发展。在理论方面,它打破了“非槽即台、非台即槽”的传统观念,脱颖而出提出了大陆地壳第三构造单元——地洼区(活化区)[1956,陈国达],进而建立了关于地壳演化的一般规律——地壳动定转化递进说[1959,陈国达]。在研究方法方面,超脱了以往“槽台理论”侧重历史分析的研究方法,把历史分析法与力学分析法相结合[1962,陈国达]。在研究范围方面,一方面大大超出了槽台说的研究范畴,除研究地槽区、地台区的特征外,还扩展到了后地台区——地洼区和前地槽区若干活动区和若干“稳定”区;另一方面,提出了“壳体”概念——用作统一研究地壳演化与运动过程和规律的一个时空综合构造单元[1977,陈国达];此外,还拓展了大地构造学的研究领域,建立了“成矿构造学”(强调研究成矿大地构造时把构造层同构造系融合一起,并把有关矿床的形成与改造的构造作用统一研究)[1978,陈国达]、“构造地球化学”(把构造运动过程中的机械作用与化学作用结合起来、把物质与运动结合起来统一研究)[1983,陈国达、黄瑞华]和“构造地球物理学”(强调研究不同属性构造区的地球物理状态和深部物质状态与地壳活动规律关系)[1993,陈国达、刘代志]。在力源机制方面,提出了“地幔蠕动能聚散交替假说”——用以探索壳体演化与运动的共同原因和

力源机制[1977,陈国达]。在寻求发展方面,实行了两条基本原则,即(1)自我完善。这是立足点。通过野外和室内研究,运用现代的方法、技术、手段,获取各方面的第一手新材料,同时也充分利用前人研究成果。(2)取百家之长。这是把地洼学说推向国际的重要环节。但有4条原则必须坚持,即:①兼容并包,不分彼此;②通过验证,取其精华;③应经消化,切忌硬搬;④为我所用,有所创新。……经40年的发展和检验,地洼学说已发展成为5个组成部分和3个衍生学科的理论体系。它的结构是以活化区即地洼区概念为内核。保护层为其余的组成部分和衍生学科,即地壳变动转化递进说、递进(地洼)成矿理论、壳体概念和地幔蠕动热能聚散交替假说,以及构造地球化学、成矿构造学和构造地球物理学。

由此可见,地洼学说发展的思维方式和发展历程,均表明它是继承“槽台学说”而又超越“槽台学说”,吸收当代有关最新科技成就,采取将历史分析法与动力分析法相结合的途径向前发展的,这样的发展趋势,必然是将历史论和因果论大地构造学有机的结合,因此,提出“历史-因果论大地构造学”这一新型的全球性大地构造学理论是地洼学说发展的必然趋势。

上述两个方面就是笔者提出“历史-因果论大地构造学”的历史背景。前者是促进因素,后者是基础因素。80年代后期至90年代初期所出现的大地构造学领域的“困惑状态”必须解脱,否则将阻碍大地构造学的发展,同时,在应用大地构造理论指导找矿勘探、工程水文、防震抗震等方面将会受到影响,为解脱上述“困惑状态”,笔者提出了解脱的办法之一——建立“历史-因果论大地构造学”[1992,陈国达]。

1.1.2 历史论与因果论大地构造学及其研究方法结合的必要性和可能性

在大地构造学的发展史上,关于研究目的和研究方法的认识分歧,存在已久。

就研究目的而言,在历史论大地构造学的理论中,最流行地槽地台理论。它主要研究地壳演化的阶段划分,构造单元的出现顺序和历史生因关系。在因果论大地构造学的理论中,著名的有地质力学和板块理论。前者主要探究诸种构造的力学性质和成因,以及构造体系的划分。后者则主要探索岩石圈块体的移动和相互间的力学关系,以及移动的力源机制。由于历史论和因果论各有其主要的研究对象和研究方法,因而各有其自己方面的优点或长处,而且两方面都是解决地球构造问题所需要的,都具有重大的意义和作用,缺一不可。

就研究方法而言,无论历史论还是因果论的理论,其研究方法都有各自的特色,但又都有为达到同类理论相同研究目的的共同特征。归纳起来,它们可划分为相应的两大类,即历史论的研究方法和因果论的研究方法。其中,历史论大地构造学的研究方法,最著名的为历史分析法。它强调恢复和阐明地壳或岩石圈构造的形成、运动、变化和发展的历程,并以采用归纳法为主。因果论大地构造学的研究方法,以动力分析法(含地质力学的应力分析法)为常见。它强调探索地壳构造形成的动力和起因,并以采用演绎法为主。

这两类理论及其研究方法,都有其优点,但它们大多数偏于重视各自的优点而较少注意对方的长处。其结果是在单纯运用它们中无论哪一类理论和方法去解决大地构造问题时,都难免顾此失彼,遂致两方面都难以适应全面地解决地球构造多方面问题的要求,许多地质问题不易求得比较完满的答案。

依笔者的看法,大地构造学的研究目的,既是要研究地球,目前主要是地球的硬壳(相当于岩石圈)的诞生、成长、运动、变化和发展的全部史实(包括细节),同时又要弄清造成这些史实的根本原因和力源机制。因为无不动的物质,也没有无物质的运动;物质是第一性的。只有

既弄清事物运动、变化和发展的历史,又探索其演化运动的原因和力源,才能真正认识事物的本质及其发展规律,达到据以利用自然和改造自然的目的。而历史论大地构造学及其采用的历史分析法的优点,正是在于要求并能够依据大量的地质及地球物理实际资料,主要运用归纳法的长处全面地恢复和阐明地球硬壳自诞生以来长达至少 38 亿年以上的成长、运动、变化和发展的历程。并且,它们的作用不止是认识这个历程,还探索该历程的根本原因和力源机制提供充分的、可靠的史实依据;另一方面,因果论大地构造学及其采用的动力分析法的优点,则是在于要求它能够敞开思路,运用演绎法提出假说并发挥其想象功能,为寻找地球硬壳成长、运动、变化和发展的根本原因和力源机制提供线索。并且,它的作用不止可使人们认识其中的因果关系,还可使人们对地壳或岩石圈演化和运动历程及其规律性获得更高和更深一层的认识,又可据以预测未来。它们两方面都有其自身的作用,但又不能代替对方的作用,即缺一不可。

由此可见,从科学发展的规律看,要能比较全面地促进大地构造学的发展,一门同时吸收历史论和因果论大地构造学两方的长处,即把两者的适用部分有机地结合起来,融为一体的综合性新型全球大地构造学,是十分需要的。因为只有这样一门兼容并包的学科,才能兼顾双方目的,比较周到地考虑问题;并能综合运用两种研究方法成为“历史动力综合分析法”,以便互补不足,相得益彰,更有利于认识地球硬壳的演化史、因果关系及其规律性,以及由它们产生并控制的矿产特点和时空分布规律,解决比较复杂的大地构造及成矿学问题,从而有可能更有效地指导找矿。这种融合,无论从学术理论上还是从指导找矿实践上说,都是有重大意义的。作者设想的这样一门综合性大地构造学,从研究目的来说,建议称它为“历史论-因果论大地构造学”,简称“历史-因果论大地构造学”(Historistic-cautionist-geotectonics);从研究方法来说,也可称“历史-动力大地构造学”(Historic-dynamic geotectonics);由于研究的自然客体是壳体,因此,从研究的对象来说,则可称它为“壳体大地构造学”(Crustobody geotectonics)。

关于能否把历史论与因果论的大地构造学及其研究方法结合起来的问题,可能存在不同的看法。或以为二者是水火不相容的,只能存在其一。其实,从实质上看,它们只是从不同角度去研究地球构造的某些侧面,它们各自的主要研究对象都是研究地球构造所需要解决的问题,其所用的研究方法也都是大部分合理的、可取的。因此,二者之间并不存在谁正谁误的问题。它们只是研究对象和方法有别而不是对立,因而并非互相抵触,更不会因为二者融合而使其中一方的目的消失,或使其研究方法降低作用。相反地,依作者的实践经验,只要把它们两者的适用部分有机结合起来并融为一体,不但不存在困难,并且看问题更为全面和深入,相辅相成,成为真正的研究全球大地构造的科学。它们二者的融合并发展,乃是必然的趋势;历史-因果论大地构造学的建立,将有可能加快大地构造学及相关学科如成矿学等的发展进程。

1.1.3 历史-因果论大地构造学的研究任务

作为一门包括历史论同因果论大地构造学在内的综合性学科——历史-因果论大地构造学,其研究任务自然是兼顾两者的任务而有之,从事统一研究。即全面地既研究地球(现阶段主要是地球硬壳,相当于岩石圈)的诞生、形成、运动、变化和发展的全过程,同时又探索这个过程的发生和演变的根本原因和力源机制。这些任务里面,特别着重地包括了组成地球硬壳的各个不同壳体的诞生、成长、运动、变化和发展的全部历程的细节,它们的形成和演化方式、整体运动和体内运动、水平运动和垂直运动、物质组成、地壳性质、成熟度、演化阶段、垂向及平向结构、构造单元组成、厚度和面积及形态的变化、类型划分、运动与相对运动的方式、进退弯旋等

运动的变化、分裂离散与汇聚接合的变迁、演化和运动、诞生与消亡的共同根本原因和力源机制等。在此基础上,进而总结地球硬壳及其中各个壳体的形成、运动、变化和发展的规律及因果关系,据以预测未来。此外,认识自然是为了利用自然和改造自然,为发展生产或消减灾害服务。在掌握地球硬壳及其中各个壳体的演化和运动规律的同时,还要总结由这些规律所制约的成矿规律,以及和自然灾害的关系,并据以认识各种矿床在时间上的出现规律和在空间上的分布规律,指导找矿,以及解决其他生产问题和消减灾害问题。

1.1.4 “历史-因果论大地构造学”在实践中所显示的生命力

在研究中所以把“历史-因果论大地构造学”作为学术指导思想,原因就在于这一新的大地构造理论吸收了当代有关大地构造学派的科学性部分,并把它们的研究目的和对象融合在一起,进行统一研究。通过三年多的实践,深刻地体会到这一理论在研究实践中的强大生命力。今以东亚壳体西界(中国部分)的演化、运动特点说明之。

1) 概述

现今所见包含银昆构造带在内的东亚壳体西界是具有全球意义的巨型南北向构造带,向南可延至曼谷以远,向北可达及贝加尔湖地区,全长可达4600km以上,中国部分长约2300km,规模雄伟,国内外的许多地质学家、地球物理学家、地震学家、自然地理学家、大地测量学家等,均对这一规模巨大的构造带产生了极大的兴趣。J. Kutina (1983)、М. А. Фаворская (1983)等将它作为一个统一的成矿带。陈国达(1979)、张伯声(1982)对该构造带的中国部分均将其作为独立的构造区划分出来,陈国达(1979)称之为“南北地洼区”,张伯声(1982)称之为“东亚镜象反映中轴带”。经研究得知,它并非一条该带地壳形成之后就一直存在的SN向构造带,而是由于所在地段地壳长期演化、运动及邻侧壳体相互作用的结果。

就该带的中国部分而论,形成时间是晚三叠世晚期至早侏罗世早期[1994,魏洲龄]。在此之前,现今所见银昆构造带的不同地段分属于不同的壳体/壳块:阴山以北属古西伯利亚壳体的南缘部分;贺兰地区(指鄂尔多斯盆地西侧地带)属华北(—阿拉善)壳体;宝鸡、略阳、天水、武都一带(即西秦岭地区)属于秦祁壳体;龙门山、康滇地区属扬子壳体(分别处于扬子壳体的西北缘及西缘位置)。上述有关部分,在晚三叠世(早侏罗世早期)之前的地壳演化史和运动史有明显的差别。从地壳演化的成熟度角度看,华北壳体最高,其次是扬子壳体,再其次是西伯利亚(南部)壳体,秦祁壳体的成熟度最低。

2) 相关地段晚三叠世以前的大地构造状况

(1) 贺兰地区

贺兰地区与整个华北古壳体的发展状况基本一致。贺兰地区出露最古老的地层是太古界,属麻粒相、角闪岩相及绿片岩相的建造组合,属前地槽阶段的产物——结晶基底,可与华北的迁西群、滦县群及阿拉善的龙首山群对比[1990,田在艺]。居于太古界之上的是以浅变质岩系为主的下元古界,广泛发育以火山-沉积岩为主的地槽型建造系列,可与五台群、滹沱群及阿拉善群相对比[1990,田在艺];早元古代末期的中条运动(吕梁运动)期间,地幔蠕动急促,且以汇聚式为主,致使地槽回返,形成褶皱山系。随后,与华北地区一样处于克拉通化状态,中元古代——三叠纪属地台发展阶段,此时地幔蠕动处于缓慢活动状态。贺兰地区所处的位置比较特殊,一方面位于华北古壳体的西缘,另一方面在其南侧与长时期处于活动状态的秦祁壳体相连,北侧、西侧则为北疆-兴安地槽区,因而表现出较强的活动性。特别是中晚元古代-早古生代

时期,秦祁壳体仍处于地槽发展阶段,地幔蠕动处于强烈活动状态,对相邻地区的地壳活动性产生重要影响,秦祁壳体北侧的裂谷作用,对贺兰地区的影响就是例子,秦祁大洋裂谷系是多臂裂谷系[1990,汤锡元等],秦祁贺三叉裂谷系是其中之一,三联点在海原地区,贺兰裂槽是被动的,属坳拉槽(Aulacogen),呈NNE向展布,南宽北窄,南深北浅,至磴口地区尖灭。该坳拉槽有过两次强烈的活动时期,即中元古代时期和早古生代时期,晚元古代时期活动性很弱。尽管贺兰坳拉槽在中元古代-早古生代有过较长期间的多次活动,但是,它没有插入、更没有穿过秦祁壳体,坳拉槽中的NNE向构造(主要是断裂)往南则被秦祁壳体NW向构造所截,证明该坳拉槽仅发育于鄂尔多斯盆地西缘。晚古生代时期至早、中三叠世,贺兰坳拉槽的活动性明显减弱,其稳定性与广大华北地区基本一致,处于相对稳定时期,向西可达阿拉善西侧,更完善地表现出华北古地台区呈面状横跨中国东部与西部的先为海陆交互相、后为丘陵河湖相的地理景观。

(2) 康滇、龙门地区

① 扬子古壳体的西界 据张云湘等人的研究资料(1988),松潘、甘孜、金沙江东侧地区散布着许多零星陆块,“在木里-稻城地区获知存在前震旦纪变质基底(恰斯群)以及不整合面上的震旦系观音堡组 and 灯影组[1986,杜其良],古生代地层和古生物特征均属扬子型(据郝子文等,1983)。这些陆块规模不大,均以断裂为界,各自独立存在于三叠纪地槽沉积之中,其分布一直西延至金沙江断裂带”。秦克令等(1992)对分布于陕、甘、川交界地区的“碧口地体”中的碧口群进行了研究,将碧口群解体为三部分,自下而上为:A. 下伏基底——晚太古代渔洞子群;为古老的绿岩建造,主要为斜长角闪岩和条带状角闪混合岩等,经锆石U-Pb同位素年龄测定,为 2657 ± 9 Ma,属晚太古代。B. 中元古代碧口群(狭义):分上、下两个亚群,下亚群为细碧角斑岩-沉积岩系;上亚群不整合于下亚群之上,下部为浊积岩,上部为含叠层石的厚层白云岩,测定的年龄为 1044 ± 22 Ma,相当于华北地区蓟县系,其时限大致为1400~1000 Ma。C. 上震旦统-下寒武统:上震旦统不整合于碧口群之上,称临江组,主要为白云岩、硅质条带白云岩、微晶灰岩、硅质灰岩;下寒武统称干沟组,主要为含炭板岩、硅质岩夹白云岩透镜体,下部发现海绵骨针及三叶虫颊刺,与临江组呈连续沉积关系。

根据康滇、松潘地区的地质发展史及张、秦等人研究的较新成果,可以认为扬子古壳体的西界,在元古代晚期—早古生代早期,界线可达及金沙江断裂带附近。由此看来,康滇、龙门地区当时均处于扬子古壳体的西缘位置。但其演化史有些差异(后述)。

② 康滇地区 康滇地区出露最古老的岩石组合为康定杂岩,称康定群,从康定至元谋呈SN向展布(图1-1),由斜长角闪岩,角闪斜长片麻岩及黑云变粒岩等组成。袁海华等(1985)的研究,获得了如下有关数据:渡口同德混合岩化麻粒岩年龄为2957 Ma(Pb-Pb全岩等时线法),冕宁沙坝混合片麻岩年龄为2404 Ma(Rb-Sr全岩等时线法),为太古代-早元古代的结晶基底。据建造特点,应该属于前地槽阶段活动构造层产物。

吴根跃(1985)在康定群与会理群之间划出了黎溪群,岩性为石英岩、大理岩、千枚岩等,类似的层位在元谋、会理地区均有所发现(表1-1),与下伏康定群呈明显的角度不整合接触(图1-2,1-3),具稳定型沉积特点,并自成一个完整的沉积旋回,因此提出可作为一个独立单元看待,建议单独划出一个原始陆块构造发展阶段,推测其时代为早元古代。

这一建议,为阐述康滇地区大地构造演化规律提供了一个很有意义的信息。从建造特征及其所处的构造层层序看,应属于陈国达(1992)所述的前地槽构造层中的“原陆壳稳定区(地原

区X-1”的产物。那么,位于其下的康定群则可能属于陈国达所述的“原陆壳活动区(地台区X-2)”的产物了。由此看来,康滇地区在太古代至早元古代时期是壳体成长的幼年期,处于古陆核形成阶段。

中元古代-晚元古代早期,康滇地区与扬子地区基本一致,处于地槽发展阶段。但由于处于扬子古壳体西缘,故有其自身的特点,具体的说,康滇地区构成了一个独立的SN向地槽系,前述的康定杂岩系分布于地背斜之中;居于其东、西两侧的地带,则为地槽。西侧地槽在地槽期的产物以盐边群为代表,为复理式建造和枕状熔岩组合,火山岩(包括玄武岩、中-酸性火山岩)建造比较发育;东侧地槽在地槽期的产物以会理群为代表,总体上以正常沉积系列为主,复理式建造亦较发育,但火山岩建造比西侧地槽为弱。二者均具区域浅变质特点,晋宁运动使它们回返褶皱。晚元古代早期为褶皱带期,形成了一套下部以火山作用为主、上部以稳定性小的沉积作用为主的磨拉式建造系列,此时,攀西地区(相当于前期的地背斜地区)成为山间盆地。

晚元古代后期的微江运动使康滇地区整体上升,遭受剥蚀,处于准平原化状态,不整合或假整合面之上发育了大陆冰盖型沉积,覆于南沱砂岩之上,地壳演化进入了地台发展阶段,扬子古地台区向西扩展增生,古生代(特别是早古生代)扩展到了最为广阔的范围,西部达及金沙江地带,北部达及大巴山地区,发育了一套以面状展布为特色、物质组分较纯、对比性强的砂页岩、碳酸盐岩等建造,表明此时地幔蠕动处于相对宁静阶段。康滇地区处于扬子古地台区的西缘,西邻地区是巴颜喀拉活动区,海西运动和印支运动期间,该区深部地幔物质的强烈活动对康滇地区的地壳演化有较大影响。泥盆纪始,箐河-程海断裂(图1-1)的活动性显著加强,受巴颜喀拉地槽区的影响,使康滇地区出现了构造分异,箐河断裂向西下滑,形成陷落区,成为巨大的碳酸盐台地,发育了较厚的泥盆-石炭系,碎屑流沉积及滑塌型角砾岩建造常见,并发育基性、中酸性火山岩[1985,唐若龙等],使箐河断裂以西的扬子古地台最西端的台缘部分显现出活动带的特点,出现了一些地槽型建造组合。箐河断裂以东的攀西地区则为上隆,缺失泥盆-石炭系。进入二叠纪,箐河断裂活动更为强烈,使西侧巨大的碳酸盐台地分裂解体,构成了一套以碎屑流为主的沉积系列,并有基性火山岩活动。晚二叠世出现了海相玄武岩喷溢,表明箐河断裂已发展成为深断裂,并使西侧地区变成了巴颜喀拉地槽区的一部分(南支),此时,包括康滇地区在内的扬子古地台区进入了地台发展的余定期,因康滇地区西邻为地槽区,故活动性显得尤为显著,攀西地区进入了另一期裂谷发育阶段,前地台阶段发育的SN向断裂(主要的断裂有6条,请见图1-1)重新活动,其中,东边的甘洛-小江断裂、攀西裂谷

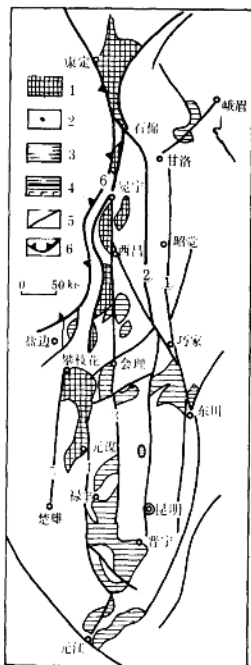


图 1-1 康滇构造带前震旦纪基底分布图(据张云湘等)

1—康定群;2—麻粒岩;3—会理群、昆阳群;4—盐边群;5—断层;6—箐河逆冲推覆带;①甘洛-小江断裂;②普雄-普渡河断裂;③安宁河-易门断裂;④磨盘山-绿汁江断裂;⑤攀枝花-楚雄断裂;⑥箐河-程海断裂

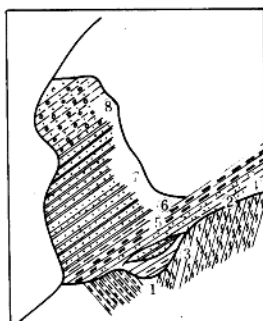


图 1-2 元谋龙泉铁厂以西路枯模组与普登组角度不整合接触关系素描图(据吴根跃, 1985)

1—普登组四段之阳起石绿泥片岩;
2—不整合面;3—灰黄绿色含气孔的疏松砂岩,底部褐铁矿;4—砖红-土红色云母片岩,有石英透镜体;5—含铁质云母片岩;6—灰白色砂质泥岩;7—灰色石英岩;8—含绿泥石石英片岩

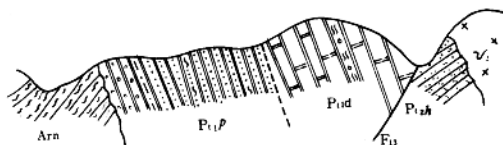


图 1-3 会理官地砦石地群与康定群不整合接触剖面图
(据盛东劲, 1985)

Pt₂h—河口组变质钠质火山岩;Pt₁d—大竹田组变质磁铁矿石钠长岩、大理岩、砂质条带状大理岩夹钙质、炭质绢云片岩;Pt₁p—潘家梁组变质石英岩;Ar_n—楠桡组片麻岩、混合岩、花岗岩片麻岩;u₂—晋宁期辉长岩

表 1-1 会理、元谋等地区区域下元古界对比表(引自张云湘等, 1988)

新平大红山地区		元 谋 地 区		会 理 攀 溪 地 区			
云南地矿局一大队九分队, 1982		骆耀南等 ^① , 1982		据四川地矿局 403 队修改		吴根跃, 1985	
下 老 元 厂 古 河 界 组 太 底 古 巴 界	石榴石片岩 94 m	海 旁 峭 组	千枚岩, 云英片岩 >500 m	河 口 组 一 段	白云石英片岩段 222~238 m	周 家 坟 组	炭质千枚岩、 泥灰质砂岩 561 m
	石英白云岩、 大理岩 66 m	凤 凰 山 组	大理岩夹云英 片岩、千枚岩 437~734 m		含铜大理岩段 496~511 m	红 棚 山 组	含铜大理岩 511m
	混合辉长石 英岩与云母 片岩 287 m	路 枯 模 组	石英岩夹 云英片岩 48~136 m		石英岩段 >474 m	莲 花 石 组	石 英 岩 382 m
	混合岩夹片岩	普 登 组		普 登 组		普 登 组	
						砦 石 地 群	
						大 竹 田 组	砂泥质条带大 理岩, 含磁铁 石英岩 >500 m
						潘 家 梁 组	石英岩夹片 岩千枚岩 300 m
						元 谋 群 组	楠 桡 组

① 骆耀南等, 1982, 会理-元谋地区前震旦纪地层与构造; ② 盛东劲等, 1985, 会理层下伏地层浅见。

东西侧的安宁河-易门断裂及磨盘山-绿汁江断裂和箐河断裂的活动性更强,均具有深断裂特点,往往成为岩浆活动通道,峨眉山玄武岩沿这些断裂常发育喷溢中心。三叠纪时期,箐河断裂以西发育了海相二叠系;以东的攀西地区缺失下、中三叠统,上三叠统则为杂砂岩建造。晚三叠世晚期起,康滇地区进入了后地台发展阶段——地洼阶段。

通过前文的叙述可知,康滇地区的壳体演化和运动十分复杂,曾经经历了古陆核形成发展的地原区阶段和地盆区阶段,地槽体制阶段和地台体制阶段,晚三叠世晚期起进入地洼体制阶段,壳体有过固化、扩展、变化的过程,发育于该区的SN向构造,在上述不同阶段均有所活动,地原阶段、地槽阶段及地台阶段的后期更为强烈,同时在性质上亦有过多次转换,其中有几条主干断裂已发展成为岩石圈断裂。然而,它们直至晚三叠世晚期并未插入、更没有穿过巴颜喀拉北支地槽系中,仅限于康滇地区之内。

③龙门地区 在前述扬子古壳体西界时,初步涉及到现今龙门构造带向西北延展的松潘地区东段的一些情况,不整合于中元古界碧口群之上的上震旦统-下寒武统的岩石建造组合,与扬子古地台其它地区(如长江三峡地区、云贵地区、湘西北地区等)颇为相似,说明松潘地区在晚元古代-早古生代初期与宽广的扬子古地台区连成一体,但其位置,处于台缘部位,北邻为秦岭活动型壳体,西邻为巴颜喀拉活动型壳体,在早古生代早期,由于相邻活动型壳体深部地幔蠕动的流的影响,可能造成龙门山等地段地幔上涌,最后导致地壳裂陷形成加里东期的让位地槽,该让位地槽的西侧地段则向西北方向移动(其间亦可能同样出现一些让位地槽),在让位地槽中形成了地槽型建造,志留期末的加里东运动使其褶皱回返,构成了NE-SW构造系,尽管晚古生代时期至三叠纪属于地台发展阶段,但因其处于边缘地带,北面与西面均为地槽区,海西运动及印支运动期间对该区均有明显的影响,因而该区一直处于被动的边缘地带,致使构造活动往往显得较为强烈。该构造带的构造行迹有往NE和SW延伸趋势,但未能穿过相邻地区的有关构造系统。

(3) 秦岭地区

昆仑-秦岭-大别造山带,东西向绵延千余公里,规模壮观,是中国地质、地理、气候的重要分界线,是重要的大陆造山带。从地壳演化的角度看,就晚三叠世(或早侏罗世)以前的情况而论,根据有关资料[1977,陈国达等;1981,孙枢等;1982,张伯声等;1983,黄汲清等;1987,马杏垣等;1990,任纪舜等;1993,刘国惠等],对秦岭地区构造演化的总体轮廓有如下几点认识:

A. 太古代晚期,秦岭地区属于中国太古宙克拉通的一个组成部分。太古代末期,沿秦岭地带有一条近EW向的地幔离散带,使华北和华南处于不同的大地构造环境之中,华北地区处于地槽发展阶段(以蓟沱群为代表),华南地区则处于进一步克拉通化阶段(以康滇地区的黎溪群为代表),秦岭地区处于华北活动区与华南稳定区之间,活动性较强。早元古代末期的吕梁-中岳运动使华北地区的早元古代地槽回返,进入了我们通常所说的华北古地台阶段,秦岭地区亦趋于稳定,并与华南连成一片,形成了比太古代末更为广泛的稳定陆壳。

B. 经过早元古代末至中元古代初期一段相对稳定阶段之后,华北壳体又发生了分异,主要分异带依然在秦岭-大别地带,如同马杏垣等所指出的那样,“从空间上看,中晚元古代大陆地壳的活动中心似乎转移到了南方”,这是符合事实的。中、晚元古代时期,华北壳体(向西可延伸至阿拉善地区)处于第二次克拉通化时期,进入了稳定的地台发展阶段,地幔蠕动着处于平静活动状态,导致上部地壳呈现整体缓慢升降面貌,但由于边部受相邻壳体活动的影响及内部局部地区前期发育较深层次构造的影响,因而在边缘地区及地台区内的局部地段出现裂陷槽或

异常沉降带,燕山-太行地区、熊耳-汉高地区、白云鄂博-狼山地区及前述的贺兰地区均是其例。华南地区,则处于地槽发展阶段。秦岭-大别地区则裂解发展成为让位地槽区,出现了具岛链式的小洋盆,发育了巨厚的火山岩-沉积岩系列的地槽型建造(如秦岭岩群、宽坪岩群、碧口岩群等等[1993,刘国惠等])。晚元古代早期的晋宁运动使地槽封闭,晚元古代晚期(相当于震旦纪时期)转为褶皱带期,形成了类似白依沟群^①的磨拉式建造,它发育于近南北向展布的一连串陆相火山洼地中(很可能是褶皱带在SN向挤压情况下所发生的横断裂作为背景发展起来的构造盆地,这一方向的构造对该区后期发育一些SN向构造有一定影响——笔者)。微江运动结束了华南西部地区(指雪峰弧以西的地区)的中晚元古代地槽发展阶段和秦岭中晚元古代地槽阶段,华北、华南古壳体再次汇聚拼合。在此汇聚拼合过程中,秦岭-大别地区的构造变形显得最为强烈,出现了一系列断面向北、地质体向南推移的推覆构造,太古界、元古界的各种地质体互相叠置,构成了强应变带与弱应变域相互拼接或堆叠的现象[1993,刘国惠等],使原来相对较广阔的秦岭块体大为变窄,汇聚拼合带的总体方向呈近东西向。

C. 早古生代早期,秦岭块体的深部地幔再度出现活跃状态,正值西邻的祁连地区处于强烈活动的加里东地槽期,对秦岭块体的再次裂解有重要影响。因此,在早古生代时期,秦岭块体再次裂解发育让位地槽,成为加里东地槽区,晚加里东运动及早海西运动使秦岭加里东地槽区封闭回返,成为北秦岭加里东褶皱带。秦岭地区再次受到强烈的挤压。

D. 晚古生代时期,在北秦岭加里东褶皱带南缘,出现了中秦岭地槽活动带,二叠纪晚期褶皱回返。

E. 中秦岭海西地槽活动带在二叠纪回返褶皱后,地槽活动带往南迁移至南秦岭地区,至使在该区发育了三叠系复理式建造,印支运动期,南秦岭地区与巴颜喀拉地槽区北支连成一体,均进入了回返褶皱期。

由此可见,晚三叠世晚期(或早侏罗世早期)之前,秦岭地区经历了多次分、合的地壳活动过程,形成了根基深、构造型极为复杂的近东西向构造带,构成了许多不同时期构造-地层-岩石相互叠置的构造体(带),尽管对秦岭构造单元的划分、构造发育过程还尚未取得一致的看法,但是,秦岭地区长期的强烈活动性和构成东西向构造带的认识是一致的。在此多次分、合的过程中,地幔蠕动基本上处于活跃状态,蠕动的主要方向是SN向,时而汇聚下潜,时而离散上拱,导致了上层地壳时而挤压,时而拉伸以及由此造成的顺层、顺构造面走滑而形成各种剪切带。根据应力分析原理,在SN向构造压应力作用下(此时深部地幔蠕动多表现为相对汇聚),应产生一对分别为走向NE和走向NW的剪裂面以及与主压应力平行的张裂面。事实上也确实存在,但不甚明显。很可能由于EW向构造样式规模大和在构造变动时期秦岭地区地壳的刚性较差而被掩盖和表现不明显所致。

西秦岭东段地区(东亚壳体西界通过的地段)与前述秦岭地区的情况是一致的,晚三叠世晚期(或早侏罗世早期)以前,同样发育了以近EW向为主体的构造样式,NE向及NW向两组剪切构造和SN向张性构造不很明显(侏罗纪起表现明显),加之西秦岭东段的南邻为巴颜喀

注:①依刘国惠等人资料,白依沟组是原来自龙江系(关士聪和叶连俊于1944年创立)最底部的地层,原来的白龙江系现已被解体为上、中、下三部分,即上部:志留系(又称狭义的白龙江群);中部:太阳顶群,属寒武-奥陶系;下部:白依沟群(下震旦统)。白依沟群是一套火山洼地河、湖环境形成的水携火山碎屑岩与正常沉积岩建造,据沉积物及其组合特征,反映了白依沟群从山间河流出口处冲积扇经山地群状河向洪积平原和湖泊演化的总趋势[1993,刘国惠等]。依笔者之见,这种变化趋势与天山、西准噶尔地区海西地槽区褶皱带期的情况颇为相似,应属磨拉式建造系列。

拉印支期 NEE-近 EW 构造带,因此,正如前面所述,贺兰、康滇地区的 SN 向构造均未能穿入此区,也就是说,直至晚三叠世晚期之前,银昆构造带未能形成统一的构造带。

(4) 阿拉善盟北部、巴彦淖尔盟西部及蒙古南部地区

阿拉善盟北部、巴彦淖尔盟西部及蒙古南部地区,在晚古生代时期属于北疆-兴安海西地槽区的组成部分,晚海西运动使该地槽区回返褶皱,构成了一条跨越中亚和东亚的海西褶皱带,构造线方向近于 EW 向,但伴有 NE、NW 向剪性构造组分及 SN 向张性构造组分。三叠纪时,上述地区与内蒙其它地区相似,主要处于隆升剥蚀状态,未发生强烈的构造活动。

通过上文对东亚壳体西界中国部分相关地段构造发育简况的描述得知,晚三叠世晚期(或早侏罗世早期)以前,东亚壳体西界是尚未形成的,现今东亚壳体西界跨及的部分,分属于不同的壳体或壳块(均呈 EW 向或近 EW 向展布),它们都有自身的演化史和运动史(上述)。

3) 东亚壳体西界的形成

晚三叠世时期秦岭地槽区的最终回返,才最后使华南壳块与华北壳块全面地拼合在一起。就在此时,深部地质作用发生了重大的变革,大体上以所述东亚壳体呈 SN 向展布的西界为轴,地幔蠕动发生东西分异现象。该轴以东,地幔流向东蠕动,并向上抬升,向幔隆方向发展;该轴以西,地幔流向西蠕动,并向下潜伏,向幔凹方向发展。该轴所在区则成为过渡区(带),后来逐渐发展成为幔坡。东西两侧的地幔蠕动相背而行,自然而然,它将带动上覆地壳向相应方向移动,该轴所在区则处于引张状态,因而从晚三叠世起,该轴所在的一些地段表现出了不同程度的张裂。前面提到的贺兰地区近 SN 向及康滇地区的 SN 向构造由来已久,始于中元古代,后来又有多次活动,甚至已发展成为壳层断层,在深部地幔流东、西方向相背蠕动的情况下,显得特别敏感,重新活动,受具体条件的影响,发生差异升降,形成了或为隆、坳相间,或为两坳夹一隆的构造格局,在坳陷处堆积了厚度较大的碎屑岩建造(往往含煤),贺兰地区的上三叠统延长组(厚达 3000 m 左右)、攀西地区的上三叠统白果湾组(厚度一般为 1000 m 左右,最大厚度可达 3688 m),就是先期 SN 向断裂重新发展的早期产物,平面上呈短带状、串珠状展布,剖面上多呈半地堑形式,岩石的分选性差、稳定性小,具有地洼型建造特征。随着构造的进一步发展,沉积面积时有扩大和缩小,沉积中心亦时有迁移。原为 EW 向构造占主导地位的地段,如西秦岭地区,在晚三叠世地幔蠕动流发生东西相背蠕动时,地壳的再次活动同样有所体现,其表现的形式与贺兰、康滇地区稍有不同,除原有比较隐蔽的 SN 向张性构造有新的发展外,先成的 NE 向一组剪裂面发生了比 SN 向更强烈的活动。朱俊亭等(1992)认为,该区前侏罗纪和后三叠纪的地质构造迥然不同,侏罗纪以来的区域地质构造特征是:斜跨先成东西向地质构造带,形成了一系列 NE 向展布的中新生代陆相沉积盆地的隆起带,同时有较多的燕山期岩浆活动,对成矿有重要的控制作用。因此,在他们编制的“秦岭大巴山地区成矿分区图”中特别标出了“后三叠纪北东向成矿构造带和主要矿产”,并在西秦岭东段勾划出了三条叠加于先期 EW 向成矿带之上的 NE 向成矿带。在阿拉善北部地区的 EW 向构造带中的情况与西秦岭东段有某些相似之处,SN 向构造及 NE 向构造均有所活动。

由此看来,东亚壳体西界形成于晚三叠世晚期至早侏罗世早期是可以肯定的;形成之后至现今,其间有过复杂的发展过程,且不同地段的表现形式又有所不同,总体来说,其发展经历过拱张差异隆陷→挤压(含走滑)→拉张(含走滑)的过程,局部地段现今仍有挤压带走滑的地质作用。

图 1-4 是现阶段东亚-中亚壳体过渡带(中国部分)SN 向构造、莫霍面深度、地壳厚度状况