

活动论构造历史观^①

朱 夏

编者按：本文是朱夏教授1990年4月17日在无锡地矿部石油地质中心实验室举办的“七·五”国家重点科技攻关项目（75—54—02—01）评审会上的讲话，事后朱教授在病中亲自进行了整理，由于病情的恶化，未及最后定稿。尔后，丁道桂、钱一雄等有关同志根据朱教授的遗稿和讲话录音重新进行了理顺，现全文刊发，以满足广大读者的要求。

需要特别提到的是，由于病魔的侵袭，朱教授在作此报告的时候，身体已经虚弱到了极点，应该说，他每说一句话都要付出极大的努力。尽管如此，朱教授仍以坚强的毅力、严谨的逻辑、聪颖的构思和流畅活泼的语言，表达了他对扬子构造演化的精湛思想。因此，本文如称之为是对扬子的构思，倒不如说是朱夏教授对当今构造地质学研究的一份贡献。

很高兴今天还能有机会同各位老朋友、新朋友见一次面，也很愿意把近年来自己的一些想法在这里向大家请教。这些年我一直是疾病缠身、孤陋寡闻，能讲的东西都是“虚”的，而且很少。好在我现在的工作准则本来就是“宜少不宜多，宜虚不宜实”，说些虚话大家是可以谅解的。

这几天看到了中心实验室同志提出的许多报告和论文，虽然限于体力和时间，我只读了其中的极少部分，但觉得大家已经做了许多的“实事”。如果我下面的虚话，能或多或少地起一点“实则虚之”的作用，那就更是我的毕生之愿了。

（一）

想先讲一点什么是构造。构造Tectonics这个词天下通行，流传久远，似乎已不值得再提出来谈。不过，在我自己，总觉得在历史与当代的学术思想潮流中，不能不对这个问题作些反思。

在早期的地质学中，研究地球无非是这样几个方面。一是：由哪些材料组成的？研究这些材料的就叫岩石学（矿物学），当时水成论、火成论还说不清楚，只能是笼而统之。另一方面是：这些材料的放置总得有个层序，这就是地层学，当时也只能分出第一、第二、第三和第四系。这些材料和层次之间必然存在着这样或那样的结构关系，研究这种结构的就是Tectonics，也是包含很广、大小并存的。从一条矿脉到由波罗的、俄罗斯、阿尔卑斯组成欧洲的结构，都是Tectonics。后来各种工作的需要不一，观察的方法愈来愈多，研究的尺度各不相同，才有所谓大构造、小构造之分，Tectonics逐渐被用于大的。其实，像30年代H·Closs所写的讲花岗岩流理（线）、节理等经典名著，讲的东西并不大，但书名仍然叫“Tektonik der Granit”。

大了还不够，于是出现了Geotectonics，主要是苏联。苏联地质学家别洛乌索夫写了

①本文英文题目为编辑部代译。

一本Geotectonics的专著(俄文,1976,英文1980)。在前面的绪言中,他提出了Geotectonics的几条任务和内容,我想可以适用于区域性的tectonics,略加补充大致有五条:1.研究几何学或形态学,不论大小,小至一个岩体,大至地台、地槽等条条块块。它都有一个几何形态、大小尺寸。2.研究它的组份构成(Compositions),无论大小均有其由某些组份构成的结构。3.运动学:这些组份结构在它形成时和形成之后,经历了不同机制(mechanism)的运动。4.动力学:为什么会有这些运动?就要考虑。当然,不一定非要查究到是地球自转还是地幔对流,还是“内部作用”等不可,但要明其体制(regime)。5.很重要的最后一条是历史学,因为所有这些都是历史过程中不断演化的。一篇tectonics的文章似乎应该包括这五个方面,把它融会贯通。所以这样也就包括了由小到大的各种尺度、各种关系,形成一个整体。当然,因为现在各种技术方法愈来愈多,不可能要求一个人从电子扫描到卫星遥感都会操作。这既不可能,也无必要。但是在知识领域中,应容纳下这些学科。从事宏观领域研究的,必须认识大局是由许多小局组成的;搞局部和微观的,也应懂得大气候、大环境是怎麼样的。对一篇区域性、综合性的构造文章就应该这样去对待。这次我在读秦德余等关于秦岭、大巴山和丁道桂等关于大别山的两篇文章时,就作了这样的衡量。要衡量就要有比较,要比较首先要有个可比性。我在看这两篇文章时,曾考虑了它们和同类型文章的可比性。限于见闻,我只是想到了近年来在我国进行的几项工作:一是地质科学院肖序常等在准噶尔西部与美国斯坦福大学Coleman教授等合作的区域工作,我只是看到了去年的tectonics杂志发表的几篇文章。二是许志琴等同法国Mattauer教授等合作的秦岭构造研究,已经发表了专著。还有一篇属于扬子南边。即所谓南华或华南区。这是中科院地质所的李继亮等同瑞士的许靖华教授一起搞的,已发表了好几篇文章。去年写了一篇类似于中间报告的文章,我看到了南大施央申教授送我的一本未刊稿。我觉得“秦岭”和“大别山”的报告同这三项区域构造研究是可以相比较的。当然我无意去评审其高下,但认为是有可比性的。我们石油地质中心实验室的“土产”能同这些有“外知”合作的“新产品”具有可比性,我想这是值得自豪的。

(二)

我认为讲构造就应讲活动论和历史观,也就是研究上述整体构造的认识论哲学。这里只说几点:

1.古地磁研究明确地指出了许多块体在空间位置的移动及其大致的经历路线。但是,在位置移动的同时,会有几何形态(如分裂出去一小块)、组份结构(如进入了另一种地温场)等方面的变化,而且古地磁数据大多得自当时移动着的“载体”上的沉积物(包括火山物质),这些载体的移动不是在自由空间的“天马行空”,而是同它前后左右的其它块体联系着的。各个载体按不同路线移动中的许多活动要从载体留下的迹象中去追索。那里很难有古地磁数据,而只有其它种种构造迹象要加以联系、融会和综合起来以了解活动的全过程。这就是研究“台”必须研究“槽”,研究古生代盆地必须研究古生代造山带的基本原因。就象一个人,不光只看他两条腿的移动,还要看他的全

身。包括上述的种种构造,也就是说,应该把整个地球的各种物质的运动,物质的转化、能量的交流,以及产生的形式和机制联系起来。

2.活动论承认运动是永恒的,地球一出现就在活动、前进、发展,没有一个从什么时候开始的问题。当然,各种物质的运动方式都是在变化之中的,这种变化不是均变,而是有阶段性的,每个阶段中活动的性质同前一阶段既有继承性又有新的变化。如果你把最后阶段和最早阶段相比,那就比不出来。因为你仅仅看了两头,如果把一个个阶段运动的方式联系起来,那么你可以看出:活动是连续的,活动的方式或活动的性质都在不断改变。

3.我们通常有个想法就是“活动论构造者,板块构造也”。于是乎就出现了板块构造从何时开始的问题。如果从活动论的观念看这个问题,应该问板块构造是处在地球活动历史上哪一个阶段?它的前身是怎么样?不能说地球从前是不活动的,到古生代后才活动,才产生了板块构造。也不能说太古代以来就有板块构造。需要研究的是与现代的板块活动有何差别。我们正期待着对这一问题较好的答案。

这里,我想先回忆一下我在70年代初期开始接触板块构造学说时的一些想法。当时我曾在特殊困难的条件下,选译了几篇有关的论文,编成了一本《板块构造的岩石证据与历史实例》译文集(1973年)。在署名Z·X.的“译者附言”中主要提出了两点意见。一是这一学说的依据主要来自现代的(包括不到2亿年的过去)大洋地球物理与地质的工作。今后在“由洋及陆”、“由今溯古”的前进过程中必将有许多新的、重大的发展;二是这一学说应该在活动论的基本原则下,对各种各样的构造复杂体进行因时、因地制宜的解释,不能过多地追求一幅“统一的、结论性的图案”,以免重蹈地槽学说的覆辙。如果说前一点是期望,那么后一点就有点“警告”的意思。

看来,期望正在实现。

这些年来研究有很大的进展。比如说,我们除了Plate tectonics以外,还有许许多多的Tectonics,如“薄皮构造”、“碰撞构造”(Collision tectonics)、“伸展构造”(Extension tectonics)、“地体构造”等,还有一些不叫Tectonics的Tectonics,像“陆内俯冲”(Intracontinental subduction)、“壳幔拆离”(Crust—mantle decollement)等。大家选择一下,是不是都叫小Tectonics,而把板块构造叫大Tectonics?还是把它们同板块构造一起总称为活动论构造?如果选择前者,就是把这许许多多的Tectonics看作是板块构造的新发展也未尝不可。但必须因此对被当作是板块构造学说的“地质灵魂”的威尔逊旋回重新进行评价。

威尔逊旋回是在坚实的地球物理资料基础上作出的富于吸引力的地质综合,有很多的拥护者。但在应用于许多历史实例中不乏可以质疑的问题。我在1982和1983年的文章中讲过“手风琴”式的构造活动方式(前面张开把后面关闭)。这种活动方式曾向我的老师李春昱先生请教过。李先生觉得洋壳的单向扩展和消亡等,似乎不合乎威尔逊旋回的动力机制,不好解释。最近我非常高兴,当然也非常悲痛地发现:李先生的一篇文章(也许是他最后一篇了),发表在纪念谢家荣先生的文集中,主要讲威尔逊旋回是Dewey在1970年初所作的抽象的归纳,在实际工作中不能用威尔逊旋回的这个或那个阶段去一一套用。这也正是我的想法。本来,红海、大西洋、太平洋三者,被看作是代表三

个先后相继的关系,只是一种推想。当大西洋的两个被动边缘发展为像太平洋那样的两个活动边缘时,两侧会不会有先有后?出现一边是活动边缘,一边是被动边缘的情况呢?这些问题好像都值得思考。

(三)

现在我想联系秦德余等关于扬子板块北缘中段,即秦岭、大巴区域构造演化的文章谈点想法。这篇文章以多种论据讨论了在晚元古—早古生代的南侧扬子被动边缘扩展和北侧华北活动边缘形成的格局下,北秦岭洋以向北消减而关闭、华北与扬子的碰撞拼合和中生代的A—Subduction的作用过程,也即Subduction—Collision—Squeezing的一整套“造山作用”历程。用一个通俗的比方,像是一局“麻将”的“吃”、“碰”、“扛”。现在地质图或构造图上能表示的是“扛头开花”的最终结果。这种“开花”的方式会多种多样。在此以前发生的“吃”和“碰”的许多迹象已被改造,只留下被“包容”或“迁就”的形迹。在一张二维的图上要把三维的历史变化都表现出来是极其困难的。但是,人的脑海总是有能力把它重建起来的。这些迹象的重建要依靠从今天的活动构造中所能取得的标志,也就是所谓鉴别古板块的标志来判别。李春昱先生提过八条,郭令智先生好象也是七、八条,但是一个标志不是只有一种解释,要仔细地理解、比较、分析才不致于把它用得呆板。

1. Subduction或“吃”的标志是蛇绿岩套。它反映了不同洋壳,如边缘海的洋壳、有扩张中心的洋壳等。像秦德余等的报告在论证蛇绿岩时提出了证据,他们提到了有很多超基性岩的集积体,还有一些辉绿岩墙席。这些东西是代表扩张中心的,边缘海洋壳就没有这一些。同时那里的蛇绿岩同一些复理石绿片岩在一起的位置关系是可以鉴别的。但是扩张中心还不能被完全证明。它还可以是一些分散的、活动性强的、范围较小的、时间较短的扩张中心。如果有洋脊,按威尔逊旋回就该有两侧的对称性。而在这里,南边是扬子拉张壳的被动边缘,至少没有俯冲的各种“岩石证据”。或许,可以按威尔逊旋回的要求,设想有一个向南的、倾角很小的俯冲来把洋壳处理掉,把它塞到扬子长出来的被动边缘下面去。比如有一种设想是所谓accretion—Subduction(增生俯冲)如图1(引自A.M.Sengör)。但怎么知道像这张图那样在下面有不俯而冲的情况呢?在这里明显的事实是存在“陆的成长(growth)”。A.M.Sengör也认为这一方式使陆有“可观的增长”,而洋的消亡只是推理的。图上增长出来的陆,厚度可达30km,而盆下的蛇绿岩是打问号的。

这种陆的增长意义也可以同Mattauer讲的壳幔滑动联系起来,并不需要想当然的俯冲。因此,秦德余等提出的“单向俯冲”是一个很重要的概念。除此,另一种可能性是有一些向另一侧的扩张,当与生长的陆被动顶撞时,逆冲而产生了混杂岩。这种情况在秦岭没有,在另外的地方还值得考虑,下面将再提到。

讲到这里顺便谈一下扬子“成长”的格局。我很拥护罗志立教授孤立核的论点。扬子很特别,太古—早元古代的核很小、很分散,而外面的在中元古代生长出来的“肉”却非常厚,不断在扩大。到了晚元古代开始长“皮”(盖层)的时候,向华北、

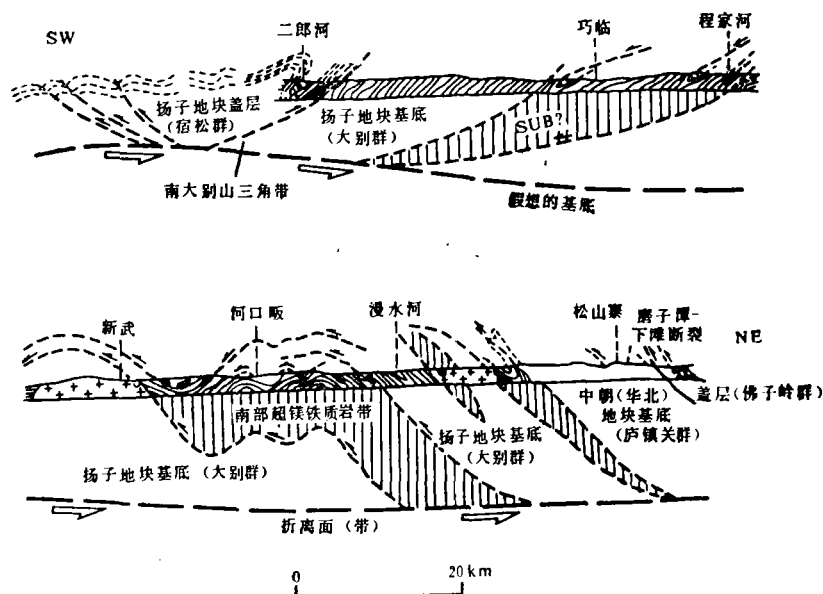


图1 位于松山寨和二郎河之间、穿过大别山的构造解释横剖面
(引自A.M.Sengör, 1989)

向华南依然如此,当然具体情况有所差别。秦德余等的文章都把晚元古代作为讨论扬子北缘构造演化的“起点”是有道理的。因为在中元古代扬子长“肉”的时候,华北已先走了一步。在已长好了的“肉”(五台、滹沱)上发生“裂口”,这就是长城、蓟县系为代表的拗拉槽,当然拗拉槽有在内部的,有在边缘的,性质不完全一样。因此,中元古代的华北与扬子是处在不同的状态下,而且也没有资料来说明它们相互位置是“天涯”还是“比邻”,所以无法可以攀比。目前能追查的只是它们从晚元古代以来的“吃、碰、扛”关系了。

2. Collision或“碰”: 秦德余等指出秦岭地区扬子与华北的“碰”经历了1亿多年。表明造山作用不是过去所想象的短期行为,它们把标志碰撞的“兰片岩”作了区分(高长林分为A、B、C三类)都是很有意义的。据斯坦福大学刘宗光教授等对中国已知的40多处兰片岩的研究,认为它们的年龄都早于相应缝合线的“终端碰撞”(Terminal Collision),而且绝大部分的矿物类型和温压条件都说明了与陆-陆碰撞的雅鲁藏布江兰片岩有所不同。Dewey提出的Terminal Collision是指威尔逊旋回的结束,洋壳已被完全消亡。另外一些人,如Bally,也认为要末古生代没有实质性的洋壳;要末都已被改造毁灭掉了。事实上,终端碰撞并没有结束造山带的活动,后来的挤或扛有更大的作用(下面再说)。古生代是有洋壳的,而且有些地方并没有完全消亡。现在举出西准噶尔的例子,准噶尔西部和东部可能不同,因为有一条贯通南北的断层把它分开了。现在只能显出准噶尔是个“三角形”,南边是天山,西北边是克拉玛依山,东边是克拉美丽山—阿尔泰山。早在50年代时期,我们只能想象它下面有一个三角形的刚性的准噶尔地块,可是也知道准噶尔和塔里木很不一样的。过了很多年,地球物理工作使得这一块块愈来愈小了。1985年许靖华提出准噶尔是有古生代洋壳的弧后盆

地,但论证似乎不足。近来Feng和Coleman等几篇文章,他们指出准噶尔的西北部晚寒武纪(500Ma)至晚泥盆纪有蛇绿混杂岩。南边是可能从塔里木分裂出来的伊犁块体。二者是斜交的,在碰撞过程中,是不配合的(Unfittable),因此有平移断层的发生,使中间的三角形洋壳不可能被完全消亡,留下来成为“被圈闭”的(entrapment)洋壳。尽管它还有点扩展的“余热”,但只能通过火山岩浆活动来发泄,因而在产生了大量石炭纪的火山物质后,发生塌陷。在被关闭起来的情况下,不得不接受沉积,直到二叠纪的陆相沉积出现。所以我曾把这种古生代盆地称为Collapse basin(塌陷盆地)。这种情况可以说是未完成的碰撞,留下了未“吃”完的洋壳加入到陆壳之中成为现在的盆地。一些A型花岗岩的同位素Sm/Nd的分析也表明这里未曾有过花岗质壳。这种说法要比许靖华提出的弧后盆地可信得多。秦岭没有这种情况,“吃”完了,但碰撞并不是“终端”,造山活动仍在继续发展,强烈的活动还在后面,所以我曾称它是温柔的敛合(mild convergence),Coleman叫soft-collision软碰撞。以区别于后来的使造山带有更强烈形变的Squeezing(榨挤)。

3.最后是Squeezing或“扛”。秦德瑜等讲了A-Subduction,特别是对扬子盖层的明显改造。丁道桂等讲了中、下扬子的基底拆离,特别是大别山的“扛头开花”。影响涉及到了中元古代的基底和更多的大别基底。今天造山带的面貌是“扛”的后果,它打破了“地槽”与地台的界限,扩大了造山带的领域,把一些“没有造山体的造山作用”也包括进去了。这种花式繁多逐段变化的“扛、花”成为这里的特色。为什么会有这样的特色,留在下面再说。这里先说一下扬子南缘的“吃、碰、扛”。

(四)

扬子南缘或东南缘,许靖华曾提出一个“三叠纪洋”的概念,引起震动。我想同样可以用“吃、碰、扛”的方式来说明扬子与“南华”之间的关系。如同向“秦岭洋”方向生长一样,扬子中元古代的“肉”也在向东生长,包括四堡、上溪、双桥山、双溪坞群等。它们已经被明确地同“板溪群”分开,不再象许所说的还用过去地层会议的决定,把它们统统叫做前寒武纪。板溪群是第一层“皮”,第一个扬子晚元古代盖层。它在内部可以有砂岩(我在40年代初在贵州开阳看到过),往外成为板岩或千枚岩,再往外可以由于前面说过的可能由于洋壳扩张的反向逆冲而成为混杂岩。这种逆冲同时可以使原来向外延伸的板岩、千枚岩中出现反向的柔性倒转平卧褶皱,如丘元禧教授在雪峰山所见到的。所以,板溪的板岩、千枚岩同混杂岩是同时并存的。寒武、奥陶系在扬子东缘同样有明显的岩相递变,以“石煤层”为代表的较深水相沉积分布到衡阳附近,那里曾见到同石煤有成因联系的“沥青煤”。再往外是不是也有因洋壳逆冲而成的混杂岩,现在还不清楚。如果有,那么它同下面较早的混杂岩就更难以区分。这就成了许靖华所说的“板溪混杂岩”。后来许说:“板溪洋是前泥盆纪而不是前震旦纪的”是正确的,它不是“三叠纪板溪洋”封闭的产物。

同扬子扩大方向相同的洋壳扩展指向当时的“南华”,而被吞“吃”在它的下面。这同秦岭洋的向北被“吃”不同。因为当时(晚元古—奥陶纪)的南华不象华北那样

已经巍然成块, 而只不过是一些孤立的中元古代小核, 正在成长。有如今天菲律宾洋中的一些岛块或岛链。在核上或核周正在发育着深水的沉积(如燧石层)、水下浊流沉积(复理石)以及火山沉积。洋壳对它们的俯冲不能够形成明显的蛇绿岩或其它的俯冲带, 只是促进它们的活动。成块成体的冲刷可以在被俯冲的体上出现, 而在俯冲带上形成了没有“陆”源但厚度很大的增生楔。它在地层学上包含了晚元古—奥陶系, 地层有相应的化石证据但难以作区域对比。在沉积上是以复理石为主偶而有洋壳显示的混杂体。这就是许靖华所说的“南华复理层”。

“洋”在南华复理层与板溪混杂岩之间消失。没有明显俯冲标志的软碰撞可能在奥陶纪已经出现。志留系的厚度、岩性、岩相变化表明当时仍处在活动环境中。说不定在某些地方是沉积在残留洋壳之上的。泥盆系的东、西岩相区分已较显著, 同扬子已趋于一致, 不过厚度仍有不小差异。以少量磨拉石开始的湘中泥盆系碳酸盐岩可以看作是兼有软碰撞的特殊型式的前陆盆地和原被动边缘上的继承盆地的性质。

这种情况大致是指雪峰—罗霄—武夷山之间而言的。延向西南, 在广西、贵州之间, 这个洋并没有因泥盆纪的软碰撞而关闭。两侧继续发育泥盆—石炭纪的被动边缘, 二叠纪存在深槽, 三叠纪有大量复理层。然后再碰撞。此时黔湘广闽已是“开扛”的时候。西边的盖层推覆形成了宽阔的盆岭式褶皱和侏罗山式的滑脱, 可能也有基底拆离使中元古界及侵入其中的花岗岩体推掩到原来的盖层之上。东边则是一系列强烈活动的平移剪切。

南华中元古块体中的陈蔡群, 因为在晚元古代已经同北面的下扬子结合了, 所以后来的情况不同于其它的南华活动基底。江山—绍兴缝合带中的多种岩石的和分歧的年龄数据说明它是一条历经多次活动的根带, 但不存在“南华复理层”。萍乡—宜春带是它的延续, 但武功山神山群的属性还不明确。它可能是南华诸块体中的先驱者, 限制了扬子边缘以荷塘组石煤层为标志的皖南—浙西型早古生代地层的分布, 并成为软碰撞中的硬块。所以这里有巨大的近东西向平移剪切, 并同山岭之间有相向的基底拆离。

(五)

扬子南北造山带的这种既有一致性、又有许多样式的“吃、碰、扛”方式, 应如何加以解释? 先说后期的“扛”, 我认为其动力根源是特提斯洋的封闭。1982年我曾提出在南华块体与现在占据南海的“南海块体”之间存在过一块同特提斯相联系的洋壳, 它的关闭导致了广东沿海的“强烈的印支和燕山运动”。1986年王鸿祯先生认为在琼州海峡有一条消亡缝合带。近年有一些证据表明海南岛是冈瓦纳大陆分裂的先驱体(许靖华称之为东南亚大陆)的组份, 它同南华之间的洋壳同被称之为“古南海洋”的看法趋向是一致的。

古南海是什么时候、怎样封闭的? 现在还不了解。间接的表现是永梅(福建永安—广东梅县)拗陷中的晚二叠(黄汲清的P₃)—早三叠纪沉积, 据周祖翼的研究, 反映出前陆盆地的复理层特征, 说明当时已有挤压作用, 可能来自南面的碰撞。广东沿海晚三叠—侏罗—早白垩世的沉积与火山作用更是明显而强烈的前陆活动。南华与南海(东

南亚)块体的拼合是在这一期间完成的。这是南北大陆之间的重大活动。当时南华与扬子之间尚未完成碰撞的部分(如广西)终于会合,而已先期联接的部分则是近水楼台,更发生了不同式样的、强烈的榨挤,产生了现在扬子南北缘和广泛涉及其内部的种种拆离和滑脱的活动。

在完成近东西向拼合的同时,还产生了近南北向的剪切。

在北面,生长着的扬子连同“秦岭洋”壳向外(北)俯冲;在东面,“板溪洋”壳随着扩大的扬子边缘向外(东)俯冲;扬子—南华联合体的晚古生代增长边缘连同“古南海”一起向“东南亚”俯冲。据许靖华设想,后者是沿着一条向东南倾的毕乌夫带,而今天的南海洋壳是同中国大陆一起向东俯冲到菲律宾之下的。在台湾,据毕庆昌,台东的弧陆碰撞是由一条远在海外的东倾俯冲带开始的。这一切意味着什么?许靖华指出:Hamilton等认为东南亚从古生代以来就有西倾俯冲的假设是对了解西太平洋地质的主要阻力。

这种俯冲应该叫什么?显然不是B—Subduction,也不同于Bally提出的A—Subduction。罗志立教授所说的C—Subduction是不是有这个涵义?我曾指出:Bally把A—俯冲冠以Ampferer的名义是不确切的,是以刚性体的概念来处理的。Ampferer(1906)提出的是“底流”(Subfluz),它是指地壳底下的物质向外流动,不是刚性体的破裂。它同Argand(1924年)的大陆蠕散有些相似,也可以同Bott(1973年)的下地壳ductile flow相比。近年来在岩石圈研究中所发现的下地壳低速层对比研究可以有所启示。当然,古代的岩石圈结构并不等同于今天,还有待于更多的探索。可以设想,存在着从陆底移向陆缘再移向洋底这样的一种底流过程。

这里举出两张图,请比较一下。一张是大家都熟悉的威尔逊旋回的板块构造图(图2),可以代表中、新生代的的活动;另一张是引自Kröner的(图3),表示了元古代内硅铝造山带的演化。请注意图3表达了单向活动、非对称对流、单侧俯冲等现象。我们这里所说的古生代,尤其是早古生代造山带,所处的历史地位是在两者之间,它们将何去何去?如果说,元古代的活动是内硅铝的(ensialic),因为当时的硅铝与硅镁如何区分、有何关系等已难追索,那么,图中的板块活动也就是内硅镁的(ensimatic),因为它来自大洋的研究,很少考虑到大陆内的情况。对于介于二者之间的古生代构造活动,我们必须兼顾二者,事实上也都有可供我们探求的种种依据。有人说,古生代的活动只是陆间的关系。这还不能说明真正的大陆与大洋之间的情况。我们不能忘记:古生

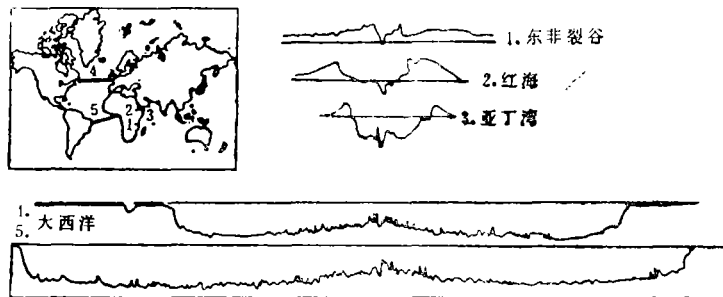


图2 大洋不断成长的几个阶段
(引自金性春论文中的图, 1980)

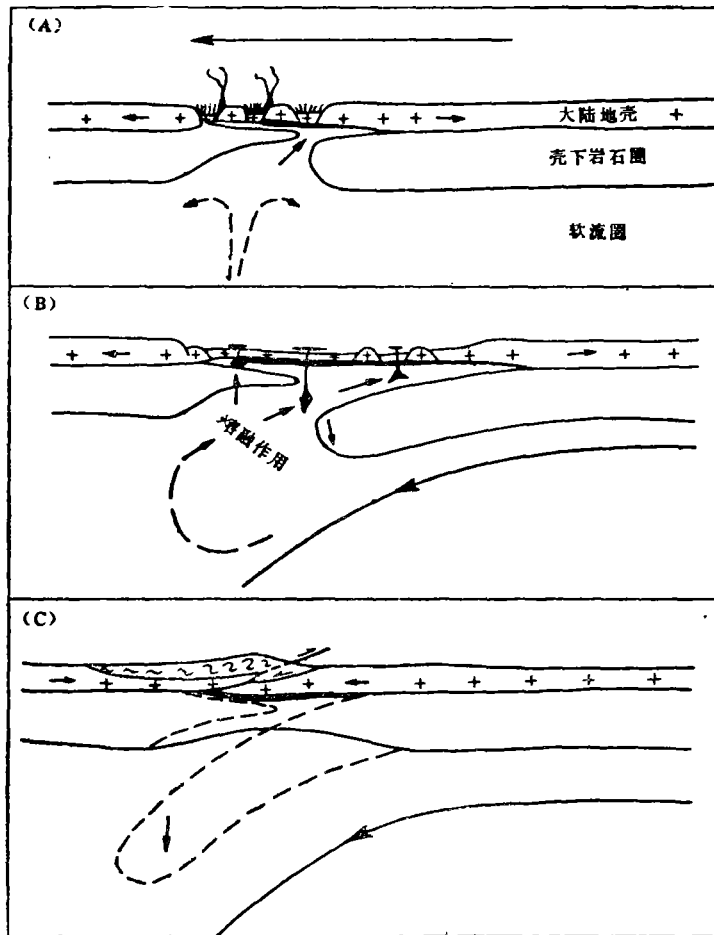


图3 通过裂谷、地壳拉伸，地幔岩石圈的拆离作用和内堆迭或由水平收缩与造山作用引起A型俯冲而形成的内陆褶皱带演化三阶段示意图

(据Kröner修改, 1981) (引自张国伟译文, 1985)

代是Pangea形成的一个时期，在劳亚部分只有分散的陆，而不可能有完整的大陆，所以不能用处理大陆与大洋或“板块”之间关系的模式（威尔逊旋回）来对待。即使在Pangea形成之初的晚古生代，我们至今还没有证据来说明当时的Pangea与Panthalassa是按照板块构造的规章办事的。看来对构造活动的历史阶段区分是不可避免的，不会因使用或废弃这种名称或那种名称而改变。Howell（1985）的太平洋地体图的图例就分出了后Pangea活动的地体；在Pangea形成期间或以前的增生地体，和未来的潜在地体。

以上所说，无非是想说明扬子及其南北缘的种种活动来源于：1.在历史背景中，它比华北年青，在成长中一直比较活跃，当一同被卷入古生代末到中生代的“南北战争”洪流中时，它自然有更为强烈的反应；2.在构造处境上，它身在距冈瓦纳最接近的位置上，当后者一步一步地入侵时，它受到的影响和作出的对抗自然留下了深刻的烙印。这两者又都是由于反映热体制演变的底流的从陆底经陆缘到洋底的移动。这就是我以前提出的TSM系统中的3T。