

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

板块构造与多旋迴构造运动*

李 春 昱

(中国地质科学院地质研究所)

一、如何理解构造旋迴与多旋迴构造运动

一般地说,在一个地槽区,沉积了相当厚的地层,经过挤压,地层发生强烈褶皱,并伴以岩浆活动,其后又经过侵蚀夷平,不整合地盖上新地层,这个全过程,叫作一个构造旋迴 (Tectonic cycle 或 Orogenic cycle)。在过去大约一个世纪内,大多数地质工作者常认为地槽是大陆内部,或两个稳定地块之间的一个拗陷或断陷活动带,在地槽内沉积了很厚的地层。当受挤压之后,地槽带内沉积的地层,褶皱成山,在那里不再接受沉积。而且地层强烈褶皱之后,层间的滑动面消失,不容易再发生褶皱。因此,很自然地形成了一个地槽发生一次构造旋迴的概念。

在实际上,一个广阔的地槽褶皱带却不是只有一个时期的褶皱运动,而是有多次褶皱期。史蒂勒称之为褶皱幕 (Faltungsphase)^[1] 例如欧洲的华力西褶皱带,史蒂勒至少就划分出四个主要褶皱幕。这就是一般所熟悉的泥盆纪与石炭纪之间的布锐东运动,早石炭世与晚石炭世之间的苏台德运动,晚石炭世早期与晚石炭世晚期之间的阿斯突里运动,和早二迭世早期与早二迭世晚期之间的萨尔运动。如果说一个褶皱幕代表一个构造旋迴,也可以说欧洲的华力西褶皱带是多旋迴的。不过史蒂勒没有提出多旋迴构造的概念。如果就一个狭小的范围而论,则一个地区的主要褶皱,还是只有一次。仍以欧洲的华力西褶皱带为例,在法国的布列塔尼半岛,只有早华力西期布锐东运动(来源于 Bretagne 半岛,但我们在地图上和地质词典上的译音,未能取得一致)。在西班牙北部阿斯图里亚斯,也是只有一个华力西中期的阿斯突里亚运动。从狭意的看法论,又是单旋迴的。因此可以说,从空间位置上看,一个广阔地区的褶皱带,常是多旋迴的,而在一个狭小的范围,则是单旋迴的。

研究一个褶皱带是单旋迴还是多旋迴,或者从简单意义上说,是单期褶皱运动,还是多期褶皱运动,应该注意褶皱的强度。在沉积过程中所形成的轻微角度不整合,或地层超覆现象,不应作为褶皱旋迴。只有地层发生明显的形变,才能算作褶皱。当褶皱比较轻微,层间滑动面依然存在时,则受挤压之后,仍然可以发生褶皱,或加强原来的褶皱。这类褶皱属于次要褶皱。其影响到构造旋迴的各种现象是比较轻微的。只有在强烈褶皱之后,层间的滑动面消失,即便再受到挤压,也不容易再发生褶皱,这叫作固化或僵化。史蒂勒称之为主要褶皱 (Hauptfaltung)。但固化的地层可以成为基底,其上再度沉积新地层。

* 第二届全国构造地质专业会议论文, 1979 年 3 月 14 日在会上宣读。

新地层间有它的滑动面,在受到挤压时,则形成盖层的褶皱。

目前对褶皱幕和构造旋迴的概念,还缺乏一个严格的规定。有人把一个大的造山期作为一个旋迴,如加里东旋迴、华力西旋迴、以及印支旋迴、燕山旋迴等。当一个广阔的褶皱带不止有加里东运动,而且也有华力西运动时,这个褶皱带可以称之为多旋迴褶皱带。例如乌拉尔—天山地槽褶皱带,既有加里东运动,也有华力西运动,就是多旋迴褶皱带,所以有人叫它加里东—海西褶皱带。也有人把一个褶皱幕代表一个构造旋迴。例如祁连山是加里东褶皱带,其中有早期加里东褶皱,中期加里东褶皱、与晚期加里东褶皱。这里也叫做多旋迴构造。晚期加里东褶皱为主旋迴,前两者为早期旋迴,均属次旋迴,或次褶皱。

1962 年黄汲清等^[2]正式提出多旋迴构造运动观点。几年来经过不断地补充和发展,他们^[3,4,5,6]阐述了一个比较全面的多旋迴构造发展概念。每一个构造旋迴,开始时期出现深断裂、蛇绿岩建造或超基性岩,继之是复理石大量沉积,地槽沉积带一部分褶皱成山,生成磨拉斯建造,伴随着同期或后期的中酸性岩浆活动。成矿作用,也是多旋迴的。每个旋迴的情况不尽相同,不一定样样俱全,但地层褶皱是不可缺少的主要因素。在他们的论述中讲到“在第一旋迴中,当褶皱山形成之后,地槽沉积带即迁移到第一褶皱带之旁,形成第二沉积带。当后者又褶皱成山,山前又形成第三沉积带,以此类推”。从这里可以理解,他们的多旋迴构造主要是发展在一个广阔的褶皱带。他们没有进一步阐明为什么在一个旋迴的早期有蛇绿岩建造或超基性岩,继之以复理石沉积,在褶皱的同时或其后有中酸性岩浆活动,以及它们之间的相互关系。这些问题用旧的地槽发展概念,是不容易作出比较使人满意的解答的。

二、对地槽概念的新认识

对地槽褶皱带的单旋迴构造运动或是多旋迴构造运动的分歧意见,主要关键在于地槽的性质和我们对地槽的认识。长期以来许多地质学家总认为地槽是大陆内部或两个大陆之间的拗陷活动带。这样,当它受挤压之后,其中只能有一个主要褶皱期,也就是说只能形成一个主要构造旋迴。很难设想,这样一个地槽,在受挤压,褶皱隆起之后,还能再接受沉积。一个地槽封闭了,在它近旁的稳定陆块,立刻变成了新的地槽,生成新的中间低洼活动带,两边成为隆起的稳定陆块。而且新生的拗陷,其中当然不可能沉积较早期的地层。但实际上在新迁移的地槽中,除新沉积的地层外,往往还有较老地层的存在。凡此种种,都是用旧的地槽概念所无法解释地槽的迁移的。

史蒂勒^[7]早已认识到地槽不一定是两边隆起,而是有时是一边隆起一边洼陷。但他仍认为两侧都是稳定的块体,中间是活动的沉积带。所以他提出,有的地槽是位于两个高克拉通(Hochkraton)之间,有的是位于一个高克拉通和一个深克拉通(Tiefkraton)之间。这样的地槽对地槽的迁移,仍然不好解释。两个高克拉通之间的地槽和过去对地槽的认识,基本上是一样的。而高克拉通与深克拉通之间的地槽,在说明地槽迁移问题上也有困难。第一,高克拉通指的是大陆壳。大陆壳作为稳定块体是可以理解的。深克拉通指的是大洋壳。为什么相当薄的大洋壳也成为稳定的块体?第二,在地槽区地层褶皱之后,原来海洋的一侧,既是克拉通,怎么会变成活动带?而更远的洋壳又如何形成新的

克拉通? 地槽迁移的原因得不到很好的解释, 则地槽褶皱的多旋迴发展规律, 也就很难说明。所以尽管在有些褶皱带具有多旋迴构造现象, 而没有得到相应的解释。

板块构造学说提出后, 地槽概念也随之而发生了变化。迪茨与霍尔登^[8]提出了大陆边缘大地斜(Geocline)这一术语。斯尔金及赛福特^[9]更进一步认为地槽沉积带都是围绕着大陆块的边缘。我们在编制亚洲地质图时, 也获得同样的认识。在大陆块边缘, 基底属于大陆壳, 沉积物以陆源碎屑岩及碳酸盐岩为主, 其中很少火山岩物质, 这里是冒地槽带。更向外围, 靠海洋的一侧, 基底已跨上大洋壳。沉积物质以浊流及火山碎屑岩为主, 并夹有火山岩。这里属于优地槽。(大陆壳与大洋壳不是在水平方向上截然划分的, 而是一部分大洋壳延伸于大陆壳之下, 和那里一般所说的玄武岩层成过渡关系。)因为基底是大洋壳, 其岩石为基性、超基性岩、枕状玄武岩, 有时并有远海沉积的硅质岩。当这一部分岩石由于构造运动而推移到地表时, 即形成了蛇绿岩带。同时由于大洋壳比较薄, 上地幔的基性、超基性岩浆很容易涌到地壳上面, 侵入到在地槽中初沉积或正在沉积的岩层中。一般所说在地槽开始阶段出现蛇绿岩建造或超基性侵入岩, 可以作如此解释。深断裂是板块构造俯冲或地缝合线的产物。由于深断裂把蛇绿岩建造推移到地表, 而不是沿深断裂生成了蛇绿岩建造, 或侵入了超基性岩。也就是说蛇绿岩建造或超基性岩大多生成在前, 而深断裂大多发生在后, 而不是相反(图1)。

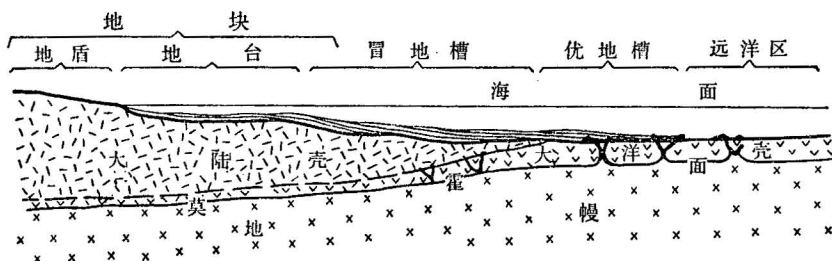


图1 地槽、地台与大陆壳及大洋壳的位置关系示意图

在海洋中也常有若干大大小小的岛屿。视岛屿所在位置以及距海面的深浅, 在岛上可以出露大陆壳基底或地台型碳酸盐岩沉积。

在大陆上有许多地槽褶皱带, 乍看来很像是古陆内部或介于古陆之间的拗陷带, 但仔细分析, 它们仍是古大陆边缘的沉积带。靠古陆一侧为冒地槽, 远离古陆部分是优地槽。例如乌拉尔、中亚及天山、蒙古大地槽, 它不是位于古陆块的内部, 或几个古陆之间, 而是围绕俄罗斯地台东部、南部边缘, 西伯利亚地台西部、南部边缘, 和塔里木—中朝地块北部边缘几个彼此分离的地槽。它们中间有远海区把它们分隔开。各地槽的沉积岩相和古生物群, 各有其特点, 而不是一个简单的大地槽。又如阿尔卑斯—喜马拉雅褶皱带, 原来也不是欧亚大陆内部的一个拗陷带, 而是古欧亚大陆南部边缘的北特提斯地槽, 和冈瓦那古陆北部边缘的南特提斯地槽组成的。

根据地槽是位于大陆边缘的新认识, 我们比较容易理解地槽的褶皱与迁移, 从而比较容易解释多旋迴构造的论点。

大多数地槽是围绕着古地块的边缘,但也不排除在大陆内部有拗陷或断陷带型地槽的存在。维尔霍扬褶皱带可能是西伯利亚地块内部的一个拗陷带地槽。但那里的构造应该是单旋回的,最多也不过在主旋回之外有些次褶皱,而没有形成多旋回构造。

三、板块构造、地层褶皱与地槽迁移

根据板块构造观点,地壳是在不断地移动着。当地块及其边缘的海域受到挤压时,由于大陆边缘的地槽带沉积了很厚的地层,地层之间有滑动面,这里就很容易发生褶皱,所以这一带常被认为是活动带。同时原始地形是有坡度的,沉积的地层也有原始的倾斜,当地层受挤压发生褶皱时,常产生不对称褶曲,大多是倒转指向海洋一侧(图2, a)。褶皱加剧,则发生剪切断裂,进一步发展成为俯冲构造。海洋区地壳向大陆下面俯冲,或向中间地块下面俯冲。这就构成一个板块构造带的俯冲带(图2, b)。有时也可以产生海洋区向大陆上逆冲,这叫做逆冲带(Obduction zone)。原来的地槽带褶皱隆起,形成陆地,合并于原来的古陆,扩大了大陆的面积。在海洋的一侧,地壳依然浸没在海面以下。沿新生陆地边缘,形成了一个新的地槽沉积带(图2, c)。当地壳继续移动时,新沉积的地层,又发生褶皱及断裂,产生新的俯冲带。新褶皱带又形成陆地,再度扩大大陆面积。在新的大陆边缘海水浸没地带,又形成了新的地槽。如此进展,这就发生多旋回构造和地槽的迁移。

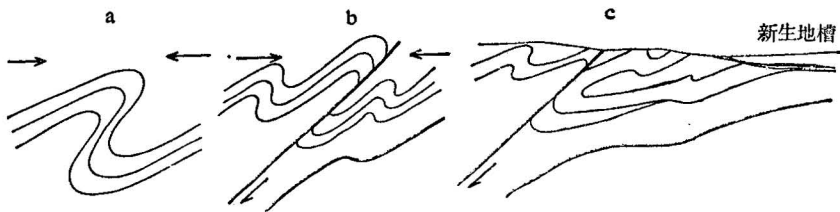


图2 地层褶皱、断裂俯冲及地槽迁移关系示意图

过去许多大地构造研究者常认为地槽褶皱之后,在它的近旁发生拗陷,形成新地槽。这样说明地槽迁移是不大容易理解的。地槽是一个长期的沉积带,而不是一次生成的深渊。地槽的迁移总是向海洋的一侧进展。只有当对面遇到另一个地块及其大陆边缘的地槽时,两个板块相碰合,这时两个板块才同时结束它们的地槽历史,不再迁移。按过去对地槽概念的认识,地槽沉积带褶皱之后,新地槽的产生,应该可以发生在原地槽的任何一方。但实际情况却不是这样,常是向一个方向依次而新的。

地槽沉积带褶皱之后,一定会产生崎岖的地形,粗粒碎屑岩沉积于褶皱带的一侧或山区低洼地带。这就是磨拉斯建造。原来地槽底部的大洋壳,或地槽沉积初期的基性、超基性侵入岩,经褶皱、错断,推移到地表,常成碎片或断裂岩体,沿构造带成带状分布。这就是蛇绿岩带。蛇绿岩带常和断裂带相伴随。但它不是沿断裂带的侵入体,而是原来地槽的基底大洋壳或地槽早期的侵入岩,由于断裂构造而上升到地表的。在俯冲带上也常生成混杂堆积。它是由不同时代、不同性质的岩石混杂在一起的产物。外来岩体体积大小悬殊,小者几厘米,几十厘米,大者数十米,数百米以至数公里。有人解释混杂堆积的生成是在板块俯冲时,俯冲板块上面的沉积物受到仰冲板块的阻挡,把它们推挤到一起而生成

的。从我国的一些实例看,它们也可能是俯冲板块上的沉积物,在俯冲时受到对面仰冲板块的拖拽,构成平卧的向斜构造,使下部较老地层倒转盖覆在新地层之上。再经受挤压、褶皱、破碎致使较老地层成外来岩体盖覆在新地层之上或包围于新的褶皱地层以内。

四、多旋迴构造与多旋迴岩浆活动

岩浆活动与褶皱运动有密切的联系,这早已为地质学家所公认。但由于对大地构造发展认识的不同,对岩浆活动与大地构造的关系,也因之而有不同的看法。过去常认为上地幔的岩浆上升,由于分异作用而生成基性、超基性、中性、酸性岩石。在一个地槽中,前期是基性、超基性,后期是中酸性岩浆活动。但是我们展开世界地质图和近年来海洋钻探成果看看,中、酸性岩浆岩主要分布在大陆上,而海洋中则基本上都是基性岩石。这就很难用岩浆分异说予以解释。

近年来对蛇绿岩的研究有很大的进展,许多构造及岩石学家认为大陆上的蛇绿岩建造和现代大洋壳很相似,因而认为大陆上的蛇绿岩建造可以代表古代的大洋壳。在地槽沉积的初期,大洋壳构成地槽的基底,其中基性、超基性岩石以及玄武岩的生成,早于沉积的地层,或与沉积岩同时进展。因为洋壳较薄,其下的岩浆活动很容易使岩浆上涌,侵入到洋壳或正在沉积的地层之内。这种活动都发生在褶皱运动之前,所以有些岩石学分类^[10]把基性、超基性岩岩浆划分为先构造期或早构造期岩浆岩石。当地层褶皱之后,地槽已成为陆地,地壳厚达数十公里,除有喷溢出来的火山岩浆或沿张性断裂的岩墙外,深成的基性、超基性侵入岩很难从地幔上升到地壳的上部。所以基性、超基性岩常常不是侵入在构造运动之后。现在也有人根据基性、超基性岩与沉积的围岩有穿插关系或接触变质现象,从而否认冷侵入的论点。实际上,不是“热侵入”或“冷侵入”的问题。而是成岩时期在构造运动之前或其后,岩石的出露是构造侵位,还是岩浆直接上升到地壳上部的问题。从许多基性、超基性岩的产状和接触关系看:它们常成条带状出露,与构造线大致平行,延长很远,而宽度不大;经常向下不生根,苏联乌拉尔肯皮尔赛岩体,和阿曼的哈贾尔大岩体,都是推覆体,是构造侵位;岩体与围岩多系断层接触,而很少接触蚀变现象,可以说,岩石的生成是在构造期前,而岩石的侵位则是同构造期。这样说,基性、超基性岩或蛇绿岩建造的生成,和构造旋迴的关系不是很密切,但岩石侵位则直接受构造旋迴的影响。

中酸性侵入岩及火山岩来源于俯冲带前端熔融上升的岩浆。如果说岩浆活动与褶皱运动有密切联系,不如说和板块的俯冲关系更为密切一些。当地壳受到挤压,地层发生褶皱,但尚未发生断裂及俯冲时,可能没有中酸性岩浆岩的侵入和喷发。除非俯冲的板块来自另一个地块,而不是本地块边缘的地槽带。中酸性岩浆活动不一定与同期的褶皱带发生于同一地区。例如日本的西南部地质,分为内带(靠近大陆的一侧)与外带(靠太平洋的一侧)。外带是中生代晚期褶皱带(燕山期),但同期的中酸性侵入岩却基本都出现于内带,而内带则是中生代早期褶皱带(印支期)。中酸岩浆岩的出露位置,主要视俯冲带前端所达到的位置而定。当然,花岗岩化的花岗岩是另外一回事,它不能算作由地幔上来的岩浆活动。

当地壳移动受到挤压而发生褶皱、俯冲以及岩浆活动时,根据板块构造的观点,它们可能有一个先后顺序,它们是先发生地层褶皱、其次是板块俯冲,更后才有中酸性岩浆活

南西

北东

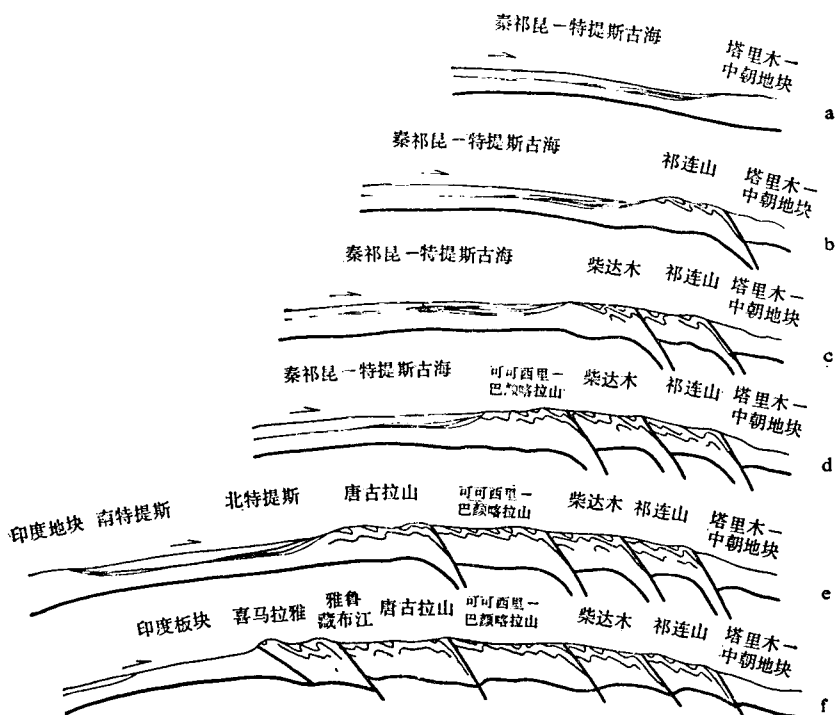


图4 祁连山至喜马拉雅山间褶皱带构造发展模式图

失中、下统。沉积岩石以碎屑岩为主,局部有碳酸盐岩及火山岩。由于板块的向北移动,在三迭纪末期,地层发生褶皱。在北边沿青海湖南岸,向东顺西秦岭北麓经临夏、天水、丹凤、商南以至河南南阳,发生一个长逾 1300 公里的大断裂。沿这个大断裂地槽区向北俯冲于扩大了塔里木-中朝地块以下。在西秦岭一带,混杂堆积非常发育,在三迭纪的板岩、页岩内混杂有大量的二迭纪以及石炭纪外来岩块。体积大小悬殊,大者可达一公里以上。这一混杂堆积带应视为一个俯冲带的重要标志^[12]。在这以南,从东昆仑经布尔汉布达南麓、花石峡、玛沁以至积石山,也分布着混杂堆积。三迭纪地层中夹杂二迭纪石灰岩块体。可能是沿着古生代末期的俯冲带而又有新的活动。更南从可可西里经玉树,折而向南沿金沙江以至红河到越南的河内,是一个长逾三千公里的大断裂带,也代表一个俯冲带。地槽板块向东北移动俯冲。沿俯冲带也有多处蛇绿岩出露。得荣附近混杂堆积相当发育,在三迭纪地层中夹杂着大大小小的泥盆纪、石炭纪以及二迭纪外来岩块。从西秦岭到可可西里以至金沙江一带构成一个广阔的印支褶皱带。三迭系及其以下地层,全部褶皱成山,与扩大了塔里木-中朝地块以及扬子准地台,联成一片大陆。只有在唐古拉山及其以南地区受到海侵。中生代晚期的海侵区又向南迁移了(图 4,d)。

中生代晚期,海侵地区已移至唐古拉山及其以南。但唐古拉山不属于地槽,而是一个准地台。基底是褶皱的上古生界,主要是石炭系及二迭系,部分地区出露泥盆系。上三迭统为最老盖层。侏罗系为海相及海陆交互相含煤地层,与上三迭统为不整合接触。白垩

系又以不整合关系盖在侏罗系上。所以唐古拉地区可以说是多期褶皱,但都不是地槽型褶皱。在唐古拉山之南是真正的地槽区。沿改则、奇林湖,以至丁青一带有一个大断裂,并沿澜沧江折向东南。沿大断裂出露一系列的蛇绿岩带。在云南的澜沧群中发现蓝闪石,这里应是一个俯冲带。地槽区不断地向北及东北俯冲,推移挤压,使唐古拉山多次褶皱,隆起成山。俯冲的时间应在中生代晚期至末期。在改则、奇林湖断裂带以南的地槽沉积带上,沉积了侏罗及白垩纪地层。这里就是北特提斯地槽(图4,c)。

新生代至现代,从白垩纪末期开始,印度地块及其北部边缘地槽带已向北移动。这个地槽就是南特提斯地槽。珠穆朗玛峰上的奥陶系,定日附近的含舌羊齿化石的碳质页岩,以及雅鲁藏布江流域的日喀则群等,都是属于南特提斯地槽沉积。在南特提斯地槽中,有无向南的俯冲带,现在还不清楚。到新生代早期,印度板块与古亚洲板块——即由塔里木—中朝地块逐渐扩大了的地块相碰合,沿雅鲁藏布江、狮泉河、马泉河构成两个板块的缝合线。到此时,南北两方面的地槽全部结束了它们的历史。沿雅鲁藏布江出露延伸很远的蛇绿岩带,代表优地槽基底的大洋壳出露地表。缝合线上也有很多的混杂堆积。这是一个大俯冲带。但两个板块中,哪个板块向哪个板块下边俯冲,则尚待研究。过去我们常认为是印度板块向北俯冲于青藏高原之下。但鉴于蛇绿岩的产状,以及缝合线上地层倾斜,有时向北、有时向南,更考虑到雅鲁藏布江流域的热泉分布在河谷的两侧^[43],中酸性小侵入岩体,也是两侧都有。还有地震资料认为兴都库什一带的断层面是向南倾斜的^[44]。基于这些现象,也可能是当两个板块遇合时,大洋壳分别向南北两侧俯冲,但向北俯冲是主要的(图4,f)。

上述这个构造发展模式,说明从祁连山到喜马拉雅山的多旋迴构造发展过程。地槽是多旋迴发展,逐渐向南迁移。地层褶皱也是自北而南,多旋迴发展,逐次扩大了古陆面积。为了节约篇幅,对每期的岩浆活动,略而未述。

六、板块构造与多旋迴构造运动的关系

地球表面上各板块的移动,使地槽带上沉积的地层受到挤压,发生褶皱。可以说板块移动是地层褶皱的驱动力,而地层褶皱则是板块移动的结果。但板块移动基本上是有连续性的,而地层褶皱则可以分期,有阶段性的。不能认为褶皱运动的多期性,或者说是多旋迴性,而认为板块移动也是多旋迴性。但是由于板块移动而发生的板块构造俯冲,则可以是多期性。地层褶皱和板块俯冲,可能是互为消长。当地壳受到挤压,但尚未断裂俯冲的时期,地层会发生强烈褶皱,而一旦褶皱错断,发生板块俯冲时,地层所受压力反会减小,而使褶皱减弱。

一个构造旋迴的过程似可以说:开始在地块边缘形成地槽带——冒地槽及优地槽,在那里沉积地层,在地槽沉积期间,可能有基性、超基性岩侵入到正在沉积的地层中;由于板块移动,致使地层褶皱,继而发生断裂、俯冲,优地槽基底的大洋壳,或侵入地层中的基性、超基性岩石受构造运动,推移到地表,构成蛇绿岩带;俯冲带前端熔融,产生中、酸性岩浆活动;褶皱的地层隆起成为陆地,合并于原地块古陆,在褶皱的洼陷地带,沉积磨拉斯建造;在新扩大的地块边缘,继续保持海侵,形成了新的地槽。在新的地槽带开始新的地层沉积。这样就开始了下一个构造旋迴。如此进展,就形成多旋迴构造运动。

在一个小范围内,地层受到挤压,先发生轻微的褶皱,其后继续受到挤压而发生较强烈的褶皱,其间可能有微角度不整合,但没有构成一个构造旋迴或不完全的构造旋迴,这只能算作早期的次褶皱运动与后期的主褶皱运动,而不能称之为多旋迴构造运动。至于在地台区或准地台区所生成的微角度不整合,或地层超覆现象,那更不属于多旋迴构造运动的范畴。

作者谨提出自己的一些认识,以求教于广大读者。

参 考 文 献

- [1] Stille, H., 1924, Grundfragen der vergleichenden Tektonik, Borntraeger, Berlin.
- [2] 黄汲清、姜春发, 1962, 从多旋迴运动观点初步探讨地壳发展规律。地质学报, 40 卷 1 期。
- [3] 黄汲清、任纪舜、姜春发、张之孟、张正坤, 1974, 对中国大地构造若干特点的新认识。地质学报, 第 1 期。
- [4] 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, 第 2 期。
- [5] 黄汲清, 1979, 对中国大地构造特点的一些认识, 并着重讨论地槽褶皱带的多旋迴发展问题。地质学报, 第 2 期。
- [6] Huang Chi-ching (T. K. Huang), 1978, An outline of the tectonic characteristics of China, Ecol. Geol. Helvetiae vol. 71, no. 3, pp. 611—635.
- [7] Stille, H., 1940, Einfuhrung in den Bau Nordamerikas, 717 pp., Borntraeger, Berlin.
- [8] Dietz, R. S. and Holden, J. C., 1966, Miogeocline (Miogeosyncline) in space and time, Jour. Geol., vol. 74, no. 5, pp. 566—583.
- [9] Seyfert, C. K. and Sirkin, L. A., 1973, Earth history and plate tectonics, Harper and Row, New York.
- [10] Hyndman, D. W., 1972, Petrology of igneous and metamorphic rocks, McGraw Hill, New York.
- [11] 王荃、刘雪亚, 1976, 我国西部祁连山的古海洋地壳及其大地构造意义, 地质科学, 第 1 期, 42—55 页。
- [12] 李春昱、刘仰文、朱宝清、冯益民、吴汉泉, 1978, 秦岭及祁连山构造发展史, 国际交流地质学术论文集(一), 174—187 页。
- [13] 佟伟、张知非、章铭陶、廖志杰、曲懋正、朱梅湘、过国颖、刘时彬, 1978, 喜马拉雅地热带, 北京大学学报自然科学版, 第 1 期, 76—88 页。
- [14] Rastogi, B. K., 1974, Earthquake mechanisms and plate tectonics in Himalayan region, Tectonophysics, vol. 21, no. 1/2, pp. 47—56.
- [15] 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, 第 1 期, 42—55 页。

PLATE TECTONIC AND POLYCYCLIC OROGENESIS

Li Chunyu*

Abstract

Whether a geosynclinal fold zone is monocyclic or polycyclic evolution, chiefly depends upon the character of a geosyncline and our recognition of it. According to the traditional concept, a geosyncline is a depression trough in a land-mass or a mobile zone between two land-masses. That makes it difficult to get a satisfactory explanation for the polycyclic orogenesis, although they widely exist. The plate tectonic theory holds that most of the geosynclines tend to occur around the continental margins, where the sediments of various epochs were deposited. When the sedimentary zone was compressed because of the movement of crustal plates, the strata were folded with vergence usually towards oceanic side. Subsequently an underthrust was derived and further a subduction or sometimes an obduction zone would be formed. The original geosyncline became a land to form a part of the old land-mass, while in the oceanic side a new geosyncline appeared. Through the repetition of these processes, a result of polycyclic orogenesis would naturally happen. The domain between the Qilian Mountain to the north and Ximalaya (Himalaya) Mountains to the south in southwestern China is a typically developed polycyclic tectonic region. The presence of such orogenic movements as Caledonian, Variscian, Indosinian, Yenshanian and Himalayan in this region serves a good evidence to prove the polycyclic evolution of its tectonics.

* Formerly C. Y. Lee.