

中国地质科学院院报

第 25 号

丁
250
140

地 质 书 版 社

构造迁移论概述*

INTRODUCTION TO TECTONIC MIGRAION THEORY

姜春发

朱松年

(中国地质科学院地质研究所)

(中国地质科学院 562 综合大队)

内容提要 本文概述了构造迁移的涵义、与前人迁移概念的区别、构造迁移论的理论基础、研究内容、研究方法和在地质学中的应用。

构造迁移论是以构造运动为研究对象,它将不同期次的构造运动联系起来,建立有序的、动态的运动流的概念。目的在于查明运动轨迹,发掘迁移规律,划分迁移区,寻找全球基本迁移方向,探讨产生构造迁移的地球动力学和热力学机制,建立岩石圈点线面开合演化基本模式,应用迁移规律进行各种地质预测,特别是找矿区预测,开拓地质研究新领域,为地球科学增添新内容。

姜春发于1960年提出的构造迁移概念^①,在1962年公开发表的文章中^[1]略有提及。1980年进一步做了阐述^[2]。随着资料的不断积累,构造迁移的概念逐步系统化,发展为理论雏形,称为构造迁移论。通过在一些学会、院校、地质单位或学习班宣讲,构造迁移观点已引起地质学家的关注,有些地质学家引用该观点研讨某些地区或某些学科的构造迁移问题^[3-15]。有些省(区)地质志也引用了该观点,为省篇幅,不再赘述。现概述该论,以利公开交流。

一、构造迁移的涵义

(一) 前人的迁移概念

地质上的迁移现象,早已被发现。1873年, J. Dana 提出地槽概念时,即意识到地槽远离古陆而时代逐渐变新^[16]。1919年, A. W. Grabau 提出地槽迁移^[17]。1931年,黄汲清论述了秦岭地槽的迁移^[18]。此后,褶皱幕迁移、沉积中心迁移、地震迁移等概念,相继出现。

纵观前人的迁移概念,描述单一迁移的多,综述多种迁移的少;阐述地槽迁移的多,提及其它迁移的少;阐述地槽侧向迁移的多,涉及走向迁移的少;既未阐明侧向迁移与走

* 中国地质科学院院控项目:构造迁移理论及应用研究(成果之一)。

① 地质部地质科学研究院主编,中国大地构造基本特征,1965,中国工业出版社。该书定稿于1960年,于1962年第一次内部印刷。在该书161—165页中,姜春发首次提出构造迁移的概念,并初步予以阐述。

向迁移的关系,也未探讨不同种类迁移之间的联系,更未考虑诸种迁移的共同特性和产生迁移的地球动力学及热力学问题。

(二) 构造迁移与前人迁移概念的区别

构造迁移系指,在岩石圈或地壳的一定区域和一定演化阶段,构造运动及其相关的各种地质、地球物理、地球化学作用,沿一定方向依次有规律的位移。构造迁移论着眼于构造运动,特别强调历次运动的相互联系,将历次构造运动串联起来观察,会发现它们组成运动序列,象水流、气流那样在时间的长河中流淌,故称之为构造运动流,简称运动流。它将孤立研究的各个运动联系在一起,目的在于查清历次运动的连结关系,寻找运动的轨迹,追溯运动的历程,估计运动的发展趋势,发掘运动的规律。

构造迁移与前人迁移概念的区别,在于从运动流观点出发,将各种迁移看做是构造运动的产物,各种迁移处在一个大系统之中,彼此之间有着内在联系。它们既有共同特性,和统一的形成机制。换句话说,构造迁移吸收了前人的迁移概念,引进了动态和有序的观念,强调了构造运动和运动流,以及各种迁移的相互联系,因而明确指出,一条板块缝合带、变质带、岩浆岩带、矿带、甚至一条较长的断裂带等的形成,都不是同时完成的,而是有先有后,先后又是有序的。

二、构造迁移论的研究内容

构造迁移论的研究内容较多,主要有10个方面:

(一) 构造迁移分类

构造迁移是各种迁移的综合概括,然而,如何划分构造迁移种类,有待进一步探讨。根据地质作用不同,目前暂分为5类:沉积作用迁移,岩浆作用迁移,变质作用迁移,变形作用迁移和成矿作用迁移。简称时,去掉作用二字,如成矿迁移等。每类迁移,又包括数量不等的各种迁移,如变形迁移包括褶皱幕迁移、褶皱迁移、断裂迁移、隆起迁移、拗陷迁移等。有些迁移,如板块迁移、地体迁移、古生物迁移、地震迁移、沉积盆地迁移等,究竟属于哪一类,还是自身构成一类,尚待探索。

(二) 总结构造迁移特性

各种迁移既有自己的特性,又有共同的特性,即构造迁移规律性。目前已查明有如下规律性:

1. 迁移起点点源性

构造迁移象其它迁移一样,都有一个开始的地点。这种开始起步的地点,即是迁移起点。迁移起点点源性系指,构造迁移是由一点或二点开始起步的,即构造迁移有一处或二处发源地。最突出的实例是三叉裂谷的三联点,它是开裂的发源地。

2. 走向迁移定向性

沿带状构造(如造山带、断裂带等)或地质体(岩浆岩带、成矿带等)的走向显示的

构造迁移,称为走向迁移。走向迁移定向性系指,带状构造或地质体多具有走向迁移,而走向迁移则具有一定方向性。因侧向迁移(见下文)已被大家所熟知,而走向迁移却被人们所忽视,故构造迁移特别强调走向迁移的重要性。

3. 侧向迁移向洋性或偏对称性

大体垂直于带状构造或地质体方向显示的构造迁移,称为侧向迁移。侧向迁移向洋性系指,洋盆与大陆接触时,因俯冲等原因所产生的向着海洋方向的迁移。向洋迁移的概念,由黄汲清提出^[19]。侧向迁移偏对称性系指,洋壳向两侧大陆不对等俯冲、仰冲或对接^①所显示的大体对称又不完全对称,对称轴偏于一方的迁移特性,即洋壳消减后大陆对接在一起,在对接带两侧大陆上显示出向对接带的迁移。塔里木-中朝板块与印度板块之间的构造迁移,是这种偏对称性的最好实例(图1)。

偏对称迁移的产生,可能与洋脊向两侧不均速扩张有关,也可能与洋脊至两侧大陆的距离不等有关。

4. 离隆向拗迁移性

不论走向迁移或侧向迁移,不论板内或板缘,也不论地槽或地台的各种迁移,其迁移方向都与隆升紧密相关。构造迁移总是背离隆起朝拗陷方向迁移,即是离隆向拗迁移性。

一个迁移区在一定迁移期具有一个主导迁移方向——在一定区域和一定时间内,大体都朝着某一走向和侧向方向迁移。然而,因离隆向拗迁移性,可出现倒向迁移或转向迁移。倒向迁移系指,在同一迁移区与主导迁移方向相反的迁移。如北天山,在古生代时由西向东是其主导迁移方向,而荒草坡凸起至博格达峰一段,却产生由东向西的迁移。转向迁移系指,在同一迁移区偏离主导迁移方向,或在次级迁移区偏离主要迁移方向(见下文)的迁移。含油气盆地沉积中心的转向迁移,对于预测含油气构造有实际意义。

5. 迁移终点运动强度减弱性

构造迁移终止的地段(点),称为迁移终点。迁移终点运动减弱性系指,一个阶段的构造迁移将近结束时,构造运动的强度大大减弱,逐步趋于平息而不产生变形及变质等。具体地说,由于构造迁移,地槽逐步发生褶皱,与其上覆的地台型或陆相沉积之间呈角度不整合接触,至地槽发展的晚期,绝大部分地区均已褶皱并上升成陆,最后残留的海盆往往不经褶皱,仅缓慢上升而成陆,槽型沉积与其上的台型或陆相沉积之间,仅显示假整合或过渡,中国北方槽区多处有此实例。

需指出,以前将走向迁移称为纵向迁移,侧向迁移称为横向迁移,迁移终点运动强度减弱性称为迁移终点尾升性等,凡是本文与使用过的名词有不一致之处,皆以本文为准。

(三) 划分构造迁移区

构造迁移区,简称迁移区,系指在岩石圈或地壳的一定演化阶段,具有统一的主导迁移方向的地区。通俗讲,就是在一定时期,走向迁移多向一个方向,侧向迁移多向偏对称轴线方向迁移的地区。

① “对接”的概念,由姜春发在《昆仑开合构造》专著(地质出版社,1992)中首次提出,意指洋壳对洋壳消减后,两陆壳软碰撞。

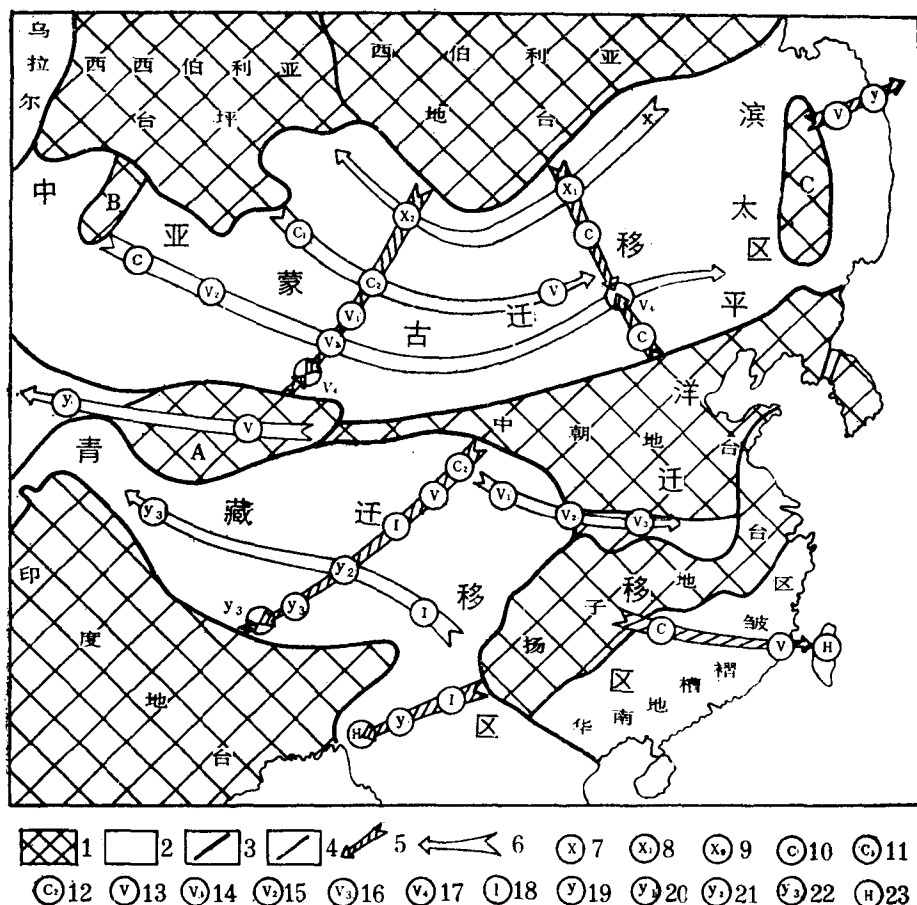


图 1 中国及邻区构造迁移区划分及主导迁移方向示意图

1—地台或隆起；2—地槽褶皱；3—构造迁移区界线；4—迁移区内部界线；5—侧向迁移；6—走向迁移；7—兴凯褶皱；8—早兴凯褶皱（ E_1 末）；9—晚兴凯褶皱；10—加里东褶皱；11—早加里东褶皱（ O_2 末）；12—晚加里东褶皱（ S 末）；13—华力西褶皱；14—早华力西褶皱（ D_2 或 D_3 ）；15—中华力西褶皱（ C_1 ）；16—晚华力西褶皱（ C_3 末）；17—末华力西褶皱（ P_1 早）；18—印支褶皱；19—燕山褶皱；20—早燕山褶皱；21—中燕山褶皱；22—晚燕山褶皱；23—喜马拉雅褶皱

A—塔里木迁移区；B—科克切塔夫-乌鲁套地块；C—佳木斯-布列亚地块

Fig. 1 Sketch map of the division of tectonic migratory domain and leading direction of tectonic migration in China and near area

1—Platform or upwarping region, 2—Geosynclinal folding region, 3—Boundary line of tectonic migratory domain, 4—Interior boundary line of tectonic migratory domain, 5—Transverse migration, 6—Longitudinal migration, 7—Xingkai folding, 8—Early Xingkai folding (the last stage of the early Cambrian), 9—Later Xingkai folding, 10—Caledonian folding, 11—Early Caledonian folding (the last stage of the mid Ordovician), 12—Later Caledonian folding (the last stage of the Silurian), 13—Variscan folding, 14—Early Variscan folding (the mid or late stage of the Devonian), 15—Mid Variscan folding (the early stage of the Carboniferous), 16—Last Variscan folding (the last stage of the Carboniferous), 17—Last Variscan folding (the early stage of the Permian), 18—Indo-Sinian folding, 19—Yanshan folding, 20—Early Yanshan folding, 21—Mid Yanshan folding, 22—Later Yanshan folding, 23—Himalaya folding.

A—Tarim migration domain, B—Kakqietav-Wuluto landmass, C—Jiamusi-Bureja landmass

1. 中国及邻区迁移区的划分

初步将中国及邻区划分如下4个迁移区(图1):

(1) 中亚-蒙古迁移区

西起苏联哈萨克斯坦的科克切塔夫及乌鲁套两地块,向东经中国的准噶尔、蒙古、中国的东北,延至太平洋,北起西伯利亚地台南缘,南至中天山及内蒙地轴的广大地槽区,即通称的北方槽区范围。

该迁移区,轴线南移的偏对称侧向迁移明显。古生代时,走向迁移的主导迁移方向是由西向东的,即西起哈萨克斯坦向太平洋方向迁移,由西向东的海退可证明此点。中生代以来,该迁移区进入陆内演化阶段,形成大小不等的隆起和坳陷,各隆起、坳陷都有自己的迁移特征和迁移方向。

(2) 塔里木迁移区

北起中天山隆起带,南至西昆仑中间隆起带;东起阿尔金断裂,向西经帕米尔蜂腰构造继续西延,即包括整个塔里木地台及南天山地槽、西昆仑地槽北带在内的广大地区。西界止于何处,尚不清楚,也许到地中海,甚或大西洋。

该迁移区,因广大面积被第四系覆盖,侧向迁移尚不明确,可能由地台中部向南北两侧构造带迁移;走向迁移则异常清楚,由东向西是其主导迁移方向。不仅晚古生代如此,中、新生代也是这样。

(3) 青藏高原迁移区

简称青藏迁移区。大体为青藏高原范围,即北起祁连,南至喜马拉雅山,东起龙门山,向西出国境继续西延,也就是印度板块与塔里木板块之间的广大地区。

该迁移区,轴线南移的偏对称侧向迁移非常清楚,偏对称轴线即是雅鲁藏布江板块缝合带。由于该区跨越古亚洲和特提斯-喜马拉雅两大构造域,走向迁移显得有些复杂。以昆仑中间隆起带为界,其北多为古生代地槽褶皱区,其南多为中生代地槽褶皱区。北区,古生代的迁移方向,因尚未进行研究,目前尚难说清。南区,中、新生代走向迁移的主导迁移方向是由东向西的,即向地中海或大西洋方向迁移。

(4) 滨太平洋迁移区

西起龙门山及贺兰山,东至沿海岛屿,包括中国东部大陆及其边缘海的广大地区。由于刚刚着手研究,该迁移区有哪些特征,尚不清楚,仅知由西向东,即由陆向洋的侧向迁移。最新造山带位于台湾,是由西向东迁移的佐证。

以上仅是初步划分,有关各迁移区的边界、迁移方向、特征等,都有待进一步研究。还需指出,同构造分区或地层分区一样,迁移区也可逐级划分。划分的依据是,迁移时期、迁移方向、构造运动特征等。如上述的几个迁移区,各自为一级区。南天山或北天山,各自为二级区,称为分区。北天山侧向迁移的地段,则为三级区,称为小区。

2. 全球构造迁移区的划分

中国及邻区已初步划分出4个迁移区,无疑全球也能划分出若干迁移区。全球已被划分为众多板块,有些地区划分出大量地体;但尚无划分迁移区的尝试。全球能划分出多少迁移区,是值得探讨的重要问题。这种全球迁移区的划分,其重要意义将不亚于全球板块的划分。这将是构造迁移论重点探讨的内容。

3. 迁移区与板块构造的关系

由上述划分的迁移区可以看出, 迁移区与板块构造有一定联系。中亚-蒙古迁移区, 大体相当于西伯利亚与塔里木-中朝板块之间的洋盆及其大陆边缘; 青藏迁移区, 大体相当于塔里木-中朝与印度板块之间的洋盆及其大陆边缘。迁移区中的侧向迁移, 无疑与板块运动有关, 即与板块的俯冲碰撞有关。偏对称的轴线, 则是两大板块之间洋盆最终闭合的对接带。这里的侧向迁移, 实际是向洋迁移, 也就是离隆向拗迁移性的体现。走向迁移也与板块运动有关, 是由板块斜冲运动(见下文)而引起。各迁移区的应力场, 彼此会有差异, 可能与导致板块运动的热力学及动力学机制的不同有关。迁移区的划分与板块的划分既有联系又有区别, 探讨两者的异同, 不仅能促进构造迁移理论研究的发展, 也会深化对板块构造研究。

(四) 划分构造迁移期

构造迁移期, 简称迁移期, 系指迁移区里的走向迁移, 从迁移起点至迁移终点的历史时期。迁移期的划分, 可能具有一定意义, 由于尚未对迁移期展开研究, 有待今后阐述。

(五) 探索构造迁移基本方向

全球甚或大区域的海水进退, 是反映构造运动的最灵敏的标志。即使无剧烈构造运动, 仅是地壳缓慢隆起和拗陷, 也可由海水进退反映出来。有人根据地球自转速度变化断定, 海水同时向赤道集中或同时向两极退去。海水同时向何处进退, 反映了构造运动的总趋势和应力场的变化。构造迁移基本方向(或基本迁移方向), 就是指这种构造运动的总趋势, 即构造迁移的总方向。尽管每个迁移区各有自己的主导迁移方向, 但总合起来, 却显示出占优势的方向, 即基本迁移方向。

1. 中国及邻区构造迁移基本方向

中国及邻区基本迁移方向, 是中国及邻区构造迁移基本规律的具体反映。该规律有二: 轴线南移的偏对称性和同时向东西方向迁移。

(1) 轴线南移的偏对称性

中亚-蒙古迁移区和青藏迁移区的侧向迁移, 均清楚地显示轴线南移的偏对称性。

上文曾提及, 洋壳最终消失, 两大陆板块对接带即是偏对称侧向迁移的偏对称轴线。何处是西伯利亚与塔里木-中朝两大板块之间的对接带, 目前尚无定论。在新疆境内, 一些人认为在卡拉麦里, 另一些人则认为在北天山的巴音沟一线。在蒙古和内蒙古境内, 认识更加分歧, 多达9种意见。然而不管哪种认识, 对接带的位置近于塔里木-中朝而远离西伯利亚, 却是公认的, 即轴线是偏南的或轴线南移的偏对称性。塔里木-中朝与印度两大板块之间的对接带在雅鲁藏布江, 已被众多资料所证实而少有人怀疑。不言而喻, 偏对称轴线也是南移的。

上述中亚-蒙古迁移区和青藏迁移区, 不仅各自有轴线南移的偏对称迁移, 就是将这两个迁移区联系起来看, 也隐约显示向南的迁移趋势。由北向南, 各期地槽褶皱带的排列是: 阿尔泰可能属加里东期, 天山属华力西期, 西昆仑北带属华力西期, 南带属印支期, 喀喇昆仑北带属印支期, 南带属燕山早期, 冈底斯属燕山晚期, 喜马拉雅山则受强烈喜马

拉雅运动改造。从祁连经东昆仑、巴颜喀拉、唐古拉到喜马拉雅,也显示出由北向南的迁移趋势。

为何产生这种轴线南移的偏对称迁移,是很值得探讨的问题,将有助于地球动力学和热力学研究。笔者认为,除其它因素外,地球自转所产生的影响也不容忽视。

(2) 同时向东西方向迁移

尽管中国及邻区偏对称轴线南移,是其规律之一,但并不意味着向南是迁移的归宿,也不说明海水向赤道集中。那么,何处是迁移的归宿,海水又向何处集中?

近几年,由于开展北方板块和国家攻关项目“新疆地质、地球物理、地球化学综合研究”的研究工作,取得了丰硕成果,中亚-蒙古迁移区向东的构造迁移,特别是石炭纪一二叠纪的向东海退,已得到公认。滨太平洋迁移区向东的构造迁移,也被越来越多的人所承认,中、新生代也可能向东海退。就是说,从古生代至新生代,都有向东、向太平洋方向的构造迁移或海退。

塔里木迁移区,有资料证实石炭纪向西发生海退,至早二叠世末海水已退出新疆境内,但在西邻的苏联,晚二叠世及三叠纪仍被海水淹没,可见是由东向西迁移的。青藏迁移区,中生代以来由东向西的海退,已被越来越多的资料所证实。不仅如此,班公湖-怒江蛇绿混杂带的形成,也是由东向西迁移的,表明板块由东向西逐步碰撞,潘桂棠等^[20]对此做了初步论证。由上述两个迁移区的资料说明,从古生代至新生代,都有向西的构造迁移,或者说都有向西、向地中海或大西洋方向的海退。

上述4个迁移区的迁移方向表明,从古生代至新生代,同时具有向东和向西两个方向的构造迁移,或者说,同时向太平洋及地中海或大西洋方向海退。那么,海水从何而来,的确是值得探讨的问题。

尽管中国及邻区有由北向南迁移的总趋势,但从海相层位逐渐变新或海退来看,归根结底,同时向东西两方向的迁移,或者说,同时向太平洋及地中海或大西洋方向的迁移,是其基本迁移方向。

2. 全球构造迁移基本方向

中国及邻区同时具有向东西的基本迁移方向,再扩大范围看,全球的基本迁移方向如何?中国及邻区向东的构造迁移,无疑已迁向太平洋。那么向西的迁移,又迁到何处?在第26届国际地质大会会议专辑(5)的一些文章中,多谈到特提斯洋呈剪刀状由东向西张开及闭合,如J·奥布安等^[21],D·贝努力等^[22],I·阿尔让里亚迪斯等^[23]。这种呈剪刀状由东向西的张开及闭合,也就是由东向西的构造迁移,或者说,由东向西的海水移动。从特提斯带可以清楚看出这种由东向西的迁移,但其它地区如何,尚待研究。如果能证明全球同时具有向太平洋及大西洋方向的迁移,将是理论上的一大突破,更为重要的是,涉及到太平洋与大西洋是否为海水进退的策源地问题。

(六) 构造迁移的定量研究

地层之间的角度不整合,是确定构造运动及其时限的最直接、最醒目的证据。此外,数个有联系的岩体、假整合、变质体、矿点及地震等,皆可用以判定构造运动的存在。这些能判定构造运动的地质事件或地质体,如按一定方向依次有规律的出现,则是构造迁移

的具体表现。从宏观看,每个出现这种地质事件或地质体的地段,相当于区域上的一个点,这种点,叫做迁移点。简言之,沿一定方向依次有规律变化的构造事件或能反映构造运动的地质体出现的地段,称为迁移点。众多迁移点的连线必然形成一条轨迹,即构造运动轨迹,简称运动轨迹。从迁移起点至迁移终点的路线,即是迁移路线;两者之间的距离,即是迁移距离。从迁移开始至终止的一段时限,即是迁移时间。确定了时间和距离,自然容易求出迁移速度,即距离与时间之比。考虑到板块运动速度以 cm/a 为单位,为统一尺度,构造迁移速度也以此为度量单位。不同迁移路线,不仅距离不同,其中的迁移点数也彼此有别。迁移点数的多少,除因距离长短外,更主要的是反映了运动频率的不同。以每百万年有多少次运动,做为运动频率;以每百公里有多少迁移点,做为迁移频率。构造迁移论着眼于迁移,故以迁移频率做为不同迁移路线对比的标准之一。

需要指出,由于尚未开展全球性的构造迁移研究,而迁移路线又多是跨国界,甚或跨洲际,在一个国家或地区往往难以找到迁移起点或迁移终点。这里所谓的迁移起点或迁移终点,以及迁移距离等,既可适用于全球,也可适用于一个国家或地区,即在某一地区,构造迁移开始或终止的地段,以及它们的距离。

(七) 构造迁移的地球动力学及热力学研究

关于产生构造迁移的原因,国内外尚无人探讨。尽管构造迁移研究在我国起步较早,但中间停顿时间较长,有关成因的探讨刚刚开始,本文仅是初步看法,尚待更多人探讨、深化。笔者初步认为,有4种运动,即断块运动、板块运动、地幔运动和地球自转运动,均可产生构造迁移。

1. 断块运动与构造迁移

断块运动多出现在上地壳,并多以垂直运动为主。因此,断块运动产生的构造迁移,多与盆地有关,也与山体升降有关。

产生构造迁移的断块运动,可分2种:

(1) 断块升降运动:断块升降导致地壳隆起或拗陷,断块不断隆升,导致盆地的沉积中心不断迁移。

(2) 断块掀斜运动:系指断块一侧上升,另一侧同时下降或相对静止的运动。由于离隆向拗迁移性,盆地的沉积中心往下降方向迁移。

至于断块走滑运动是否产生构造迁移,以及如何迁移,尚待研究。

2. 板块运动与构造迁移

板块运动为水平运动,影响较深较广,产生的构造迁移规模较大,既涉及地槽褶皱带,也涉及地台的岩浆岩带、大型隆起与拗陷等。

(1) 产生构造迁移的板块运动,可分2种:

① 板块斜冲运动,系指洋盆板块一点或二点快速向大陆板块俯冲碰撞,或洋盆板块一端首先向大陆板块俯冲碰撞的运动。洋板块与陆板块相交,交合线并非笔直,常凸凹不平,俯冲时,全线并非等速均压,往往一、二点压力较强,快速强压的点先俯冲碰撞,形成迁移起点,继续挤压而产生走向迁移。另一种情况,洋板块一端首先向陆板块俯冲时,该端即形成迁移起点,洋板块继续俯冲,就出现洋板块斜着插向陆板块,则逐步产生走向迁移。

②板块差速运动：大洋板块因转换断层而被切割成许多断块，各断块大小不等，厚薄不同，加之洋脊各段的扩张速度也不均一，导致各断块的移动速度互有差异，故称为板块差速运动。快速强压者首先俯冲碰撞，然后依次俯冲碰撞时，则产生走向迁移。

(2) 板块接触方式与迁移方向的关系

上文曾阐述侧向迁移及走向迁移，未曾提及斜向迁移。笔者认为，斜向迁移介于侧向迁移与走向迁移之间，故将偏于侧向者，做为侧向迁移来处理，将偏于走向者，做为走向迁移来考虑，不再单独分出斜向迁移。

大区域或造山带的侧向迁移，往往与板块俯冲碰撞或陆陆叠覆有关。这些作用产生的侧向迁移，在众多文献中已有论述，这里不再讨论。由板块运动产生的走向迁移，在有的国外文献中略有涉及。笔者仅指出一点，国外提及的，其方向比较单一，多为单向迁移。笔者着重讨论的是板块碰撞有不同方式，所产生的迁移也具有不同方向。两大陆板块从碰撞经洋壳消失，到完全对接，需要一个过程。这个过程，也是构造迁移的过程。板块接触方式不同所产生的迁移方向也有别，可有下列3种情况：

①线端式接触产生单向迁移：两大陆板块在边缘一端接触碰撞(图2, A)，称为线端式接触。碰撞点附近的沉积物或地质体，首先受到影响，产生变形或变质，成为构造迁移的发源地。该碰撞点为初始碰撞点，也即迁移起点。两大陆呈剪刀式闭合，则两板块逐渐合拢，洋壳逐渐消失，碰撞点沿一个方向迁移，于是形成单向的走向迁移。

②单点线式接触产生双向迁移：大陆板块的一个突出体(板块尖角)与另一个大陆边缘接触碰撞(图2, B)，称为单点线式接触。当两大陆板块继续相互挤压，突出体沿某一滑脱层插入另一大陆板块之下，即陆陆俯冲或陆内俯冲，初始碰撞点两侧受力，洋壳向两侧闭合，海水向两侧退出，由迁移起点向两侧产生走向迁移，即双向迁移。

③双点线式接触产生多向迁移：大陆板块的两个或数个突出体与另一大陆板块边缘接触碰撞(图2, C)，称为双点线式接触。每个突出体向各自两侧产生走向迁移，则形成多向迁移。双点线式接触，如中途停止活动，相应也就停止了迁移，这时可产生残留洋盆(图2, D)。

3. 地幔运动产生的构造迁移

地幔运动是比板块运动更深层圈的运动，影响更深更广。大体划分如下3种：

(1) 地幔对流运动：导致板块运动，因而产生构造迁移。

(2) 地幔升降运动：地幔升降使岩石圈或地壳下降和隆升，当地幔促使岩石圈不断隆升时，因离隆向拗迁移性，则产生逐步离开隆起的构造迁移。

(3) 地幔分异运动：地幔因物理和化学不平衡状态而在不断分异，产生一定动力和热力，故称为地幔分异运动。地幔在分异，地壳在重熔，壳幔处在不断转化之中。分异和重熔，是地球层圈物质的再分配、再组合的过程，密度小而轻的物质向上运移，造成地壳有的地段上升，有的地段下降，于是产生构造迁移。

4. 地球自转运动产生的构造迁移

地球自转运动所产生的构造迁移，因尚未对其展开研究，不知其详情。但从中国及邻区轴线南移的偏对称迁移来看，地球自转可能起一定作用，这是值得探讨的问题。

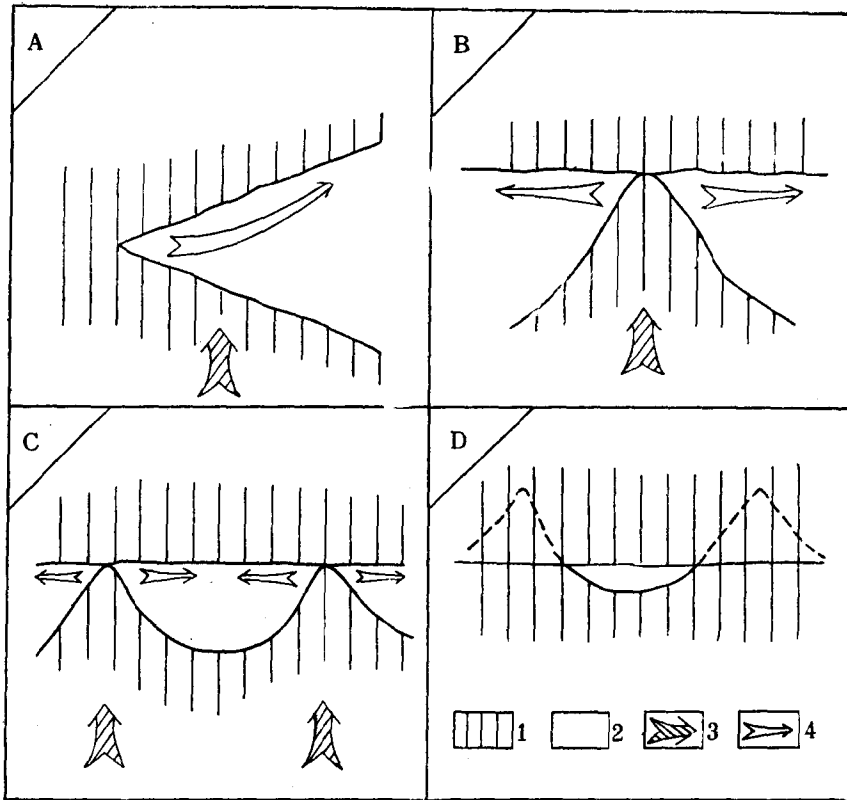


图 2 板块接触方式与迁移方向的关系平面示意图

A—线端式接触；B—单点线式接触；C—双点线式接触；D—残留洋盆
1—大陆；2—洋盆；3—板块运动方向；4—迁移方向

Fig. 2 Sketch map of the relation between the way of plate junction and direction of tectonic migration

A—Junction type for the end line, B—junction type for the one point and line, C—Junction type for the two point and line, D—Remainder of oceanic basin.

1—Continent, 2—Oceanic basin, 3—Direction of plate movement, 4—Direction of tectonic migration

(八) 建立岩石圈演化基本模式

研究构造迁移逐步深入时，必然涉及岩石圈演化模式。因为构造迁移与岩石圈演化有着紧密联系，故可以从构造迁移观点建立岩石圈演化模式（详见下文理论意义）。

(九) 构造迁移论在地质学中的应用

这是一个庞大而繁杂的系统工程，可以说涉及地质学中的各分支学科和专业，仅以成矿迁移为例，就包括各矿种的成矿迁移及其预测。地质学中的学科分支很多，因而构造迁移的应用研究也就非常广泛（见下文实际应用）。

(十) 构造迁移研究方法

构造迁移论有待深化，而目前尚未形成系统完善的研究方法，在深化理论同时也需探

讨研究方法问题。初步认为,研究方法有:

1. 运动轨迹研究法: 如何追踪运动轨迹?
2. 轨迹相关物质研究法: 如何研究各迁移点的物质组成及其变化?
3. 轨迹相关动力研究法: 如何研究各迁移点的变形、变质及其动力学特征?
4. 构造迁移图的编制: 探讨不同类型迁移图的内容、编图原则和方法, 以及图例、图示等。

三、构造迁移论的理论意义

构造迁移论试图将构造运动是有序的、动态的概念引进地质学, 将看似孤立的各种地质事件联系起来, 查明它们的演化规律。

愈来愈多的资料证明, 岩石圈分久必合, 合久必分, 有开有合, 时开时合, 此开彼合。裂开与拼合, 是扩张与压缩两种不同的动力学和热力学机制的反映。裂开的过程, 是陆壳消减、洋壳增生的过程; 拼合的过程, 是洋壳消减、陆壳增生的过程。无论裂开与拼合, 都有某些共同规律, 为便于讨论, 可称之为“开合三步曲”:

(一) 第一步: 由“点”开始

开或合, 多由“点”开始。换言之, 大陆因扩张而裂开成洋盆或洋盆因压缩而拼合成大陆, 往往是由一点或二点开始。这表明开或合都有发源地, 也即是上文提到的迁移起点源性。

1. 大陆向洋盆转化, 是逐步扩张的过程, 地壳首先从“三联点”开始裂开, 然后逐步扩张, 如不终止, 可出现洋盆。这已是众所周知的事实。

2. 洋盆向大陆转化, 是逐步压缩的过程, 俯冲碰撞多由一点或二点开始, 然后呈剪刀式逐步闭合(图2), 直到洋盆消失而成大陆。

(二) 第二步: 由点到线演化

由点开始的开或合, 如继续扩张或压缩, 则往往呈剪刀式张开或闭合, 于是由点逐步发展成线。

1. 大陆向洋盆转化: 三叉裂谷有一支逐渐消亡形成拗拉槽, 其它二支继续扩张形成一条裂谷带。裂谷带虽有一定宽度, 但与洋盆相比面积还不够大, 故可看做是一条线。

2. 洋盆向大陆转化: 洋壳向大陆继续俯冲碰撞, 沿大陆边缘逐步形成褶皱带。褶皱带虽有一定宽度, 但与多条褶皱带组合面积相比, 仍可看做是一条线。

上述扩张也好, 压缩也好, 都是由点到线的演化过程, 也就是走向迁移的过程。

(三) 第三步: 由线到面演化

裂谷逐渐加深加宽而出现洋壳, 或者不同时期褶皱带一条条向大陆依次拼贴, 而积逐步扩大, 则是由线到面的演化过程, 也是侧向迁移的过程。

(四) 点线面开合演化基本模式

地壳自分出洋壳与陆壳以来,洋陆就在不断地相互转化。洋陆相互转化的过程,也就是扩张与压缩两种不同动力学和热力学机制交替的过程。如上文开合三步曲所述,无论开或合,都是由点到线,由线到面的演化,也就是由走向迁移到侧向迁移的演化。这与电视扫描相似,由点联成线,线线依次相排联成一片,最后出现一个完整的画面。岩石圈就是通过这种由点到线,由线到面的过程在演化。这是岩石圈演化的基本模式,简称岩石圈点线面开合演化基本模式。

四、构造迁移论实际应用

构造迁移论是在中国及邻区的实际资料基础上而创立的。它总结的构造迁移规律性,不仅在上述地区得到验证,在国外的某些地区,如苏联的乌拉尔,美国的阿巴拉契亚,澳大利亚的塔斯马尼亚等地,都有一定程度的显示。因此可以说,构造迁移规律性在某种程度上,具有全球性的普遍意义。

构造迁移论可以广泛应用于地质学的各个方面,根据迁移规律、主导迁移方向和基本迁移方向等,可以做各种地质预测,如地震预报、金属矿成矿区预测、煤田及油气田预测等。在《中国大地构造及其演化》^[2]中曾指出:“中国的石油资源,东部,特别是大陆架,是十分重要的,但西部也不容忽视,塔里木盆地的含油远景在中国大陆上可能是首屈一指的。似乎有这样的规律,中国中、新生代石油资源从昆明—银川一线向东西两侧有愈来愈富集的趋势。这就是说:华北优于鄂尔多斯,大陆架又优于华北;柴达木优于鄂尔多斯,塔里木又优于柴达木;而塔里木的西部又优于其东部。如果确实如此,这将是一个值得探讨的理论问题”。此后查阅资料又发现,卡拉库姆又优于塔里木,再往西到里海更优于卡拉库姆^[24]。这种愈来愈富集的趋势,既是理论问题,又具有实用意义,说到底还是构造迁移问题。也就是说,构造迁移论在探讨含油气盆的成因和找油气预测方面,必将起到应有的作用。石油部门将构造迁移论纳入石油地质勘探技术培训教材^①中,引起一些石油地质学家兴趣。有人^[11-13]尝试将构造迁移论运用于石油地质研究中,指出:“构造迁移控制着含油气盆地的生、储、盖及其组合方式”,并提出一些新颖见解,开阔了找油思路。随着构造迁移研究的广泛展开,构造迁移论在各种地质预测,特别是找矿预测中,必将越来越发挥作用。

概括上述,构造迁移论是以构造运动为研究对象,将不同期次的构造运动联系起来,建立有序的、动态的运动流的概念,目的在于查明运动轨迹,发掘迁移规律,划分迁移区,寻找全球基本迁移方向,探讨产生构造迁移的地球动力学和热力学机制,建立岩石圈点线面开合演化基本模式,应用迁移规律做各种地质预测,特别是找矿预测,开拓地质研究新领域,为地球科学增添新内容。

主要参考文献

[1] 黄汲清、姜春发, 1962, 从多旋回构造运动观点初步探讨地壳发展规律。地质学报, 42卷2期, 105—152

① 冯石、张恺等编著, 勘探培训中心教材编写组审校, 1982, 构造地质学, 281页。

页。

- [2] 任纪舜、姜春发等执笔, 黄汲清指导, 1980, 中国大地构造及其演化, 124 页。科学出版社。
- [3] 新疆地质局编写组, 1973, 中国天山地质构造特征。国际交流地质学论文集, (一), 188—197 页。
- [4] 李佩基、李嵩龄、张志德, 1982, 中国天山地区花岗岩类的基本特征。地球化学, 第 2 期, 133—142 页。
- [5] 朱松年等, 1988, 阿祁昆造山带的构造演化及区域石油, 141 页。中国环境科学出版社。
- [6] 陈朝德、湛举锋、罗文雄, 1983, 滇西思茅拗陷构造特征。青藏高原地质文集, (12), 105—117 页, 地质出版社。
- [7] 黄邦强、张朝文、金以钟, 1984, 大地构造学基础及中国区域构造概要 (高等学校教材), 212 页。地质出版社。
- [8] 藤田和夫, 1984, アジアの变动带, 400 页。海文堂出版株式会社(东京)。
- [9] 金性春, 1984, 板块构造学基础, 283 页。上海科学技术出版社。
- [10] 杨森楠、杨巍然主编, 1985, 中国区域大地构造学 (高等学校教材), 341 页。地质出版社。
- [11] 王同和, 1986, 大兴安岭以西含油气盆地的构造迁移。石油学报, 7 卷 3 期, 29—37 页。
- [12] 王同和, 1988, 中国东部含油气盆地的构造迁移。中国科学, B 辑, 第 12 期, 1314—1322 页。
- [13] 王同和, 1990, 阿拉善弧形盆地系的构造迁移。石油实验地质, 12 卷 3 期, 273—280 页。
- [14] 车目成、姜洪川, 1987, 大地构造学概论, 350 页。陕西科学技术出版社。
- [15] 赵春荆、李之彤, 1988, 花岗岩类与构造迁移。长春地质学院学报, 18 卷 1 期, 35—42 页。
- [16] Aubouin, J., 1965, Geosynclines. Development in geotectonics, Vol. I, Elsevier, New York, p. 335.
- [17] Grabau, A. W., 1924, Migration of geosynclines. Bull. Geol. Soc. China, vol. 3, no. 1, pp. 207—349.
- [18] Huang, T. K., 1931, On the migration of Tsinling geosynclines. Bull. Geol. Soc. China, vol. 10, pp. 53—69.
- [19] 黄汲清, 1979, 试论地槽褶皱带的多旋回发展。中国科学, 第 4 期, 384—397 页。
- [20] 潘桂棠、郑瑞翔等, 1983, 初论班公湖—怒江结合带。青藏高原地质文集, (12), 229—238 页, 地质出版社。
- [21] J. 奥布安、J. 德伯尔马斯、M. 拉特雷伊, 1983, 特提斯阿尔卑斯山链的地质概述。特提斯构造带地质学—26 届国际地质大会论文选译, 1—6 页, 地质出版社。
- [22] D. 贝努力、M. 莱穆耶, 1983, 特提斯洋的形成及其早期演化。特提斯构造带地质学——26 届国际地质大会论文选译, 7—17 页, 地质出版社。
- [23] I. 阿尔让里亚迪斯、P. C. 德格拉西昂斯基等, 1983, 欧亚大陆和阿拉伯—非洲大陆间中生代特提斯的张开。特提斯构造带地质学——26 届国际地质大会论文选译, 18—32 页, 地质出版社。
- [24] 甘克文、李国玉等, 1982, 世界含油气盆地图集。石油工业出版社。

INTRODUCTION TO TECTONIC MIGRATION THEORY

Jiang Chunfa

Zhu Songnian

(Institute of Geology, CAGS)

(562 Comprehensive Geological Brigade, CAGS)

Abstract

This paper outlines the meaning of tectonic migration theory and its distinction from the concept of tectonic migration by our predecessors, and briefly discussed the theoretical basis of the tectonic migration theory, and its research content, method and application in geology.

The theory of tectonic migration takes tectonization as its object of

investigation and establishes a dynamic and regular ordinal concept for the kinematic-hydrodynamics with relation to the tectonization of different tectonic episodes. The purpose of this theory lies in finding the locus of tectonization, exploring the law of tectonic migration, dividing the domains of tectonic migration, seeking the basic directions of tectonic migration on the global scale, inquiring the mechanism of geodynamics and thermodynamics for the tectonic migration, building the basis point-line-plane evolution model for the lithospheric splitting and closing, as applying this theory in various geological prognoses, especially in prospecting prognoses, and opening up a new domain and contents for geological sciences.

The concept of tectonic migration was advanced by Jiang Chunfa (Geotectonic fundamental feature of China, 1960), was briefly mentioned in 1962 (reference 1), and was further expounded in 1980 (reference 2). The concept of tectonic migration was gradually systematized with uninterrupted accumulation of the material, and successively developed and became the embryo of the tectonic migration theory.

The view point of tectonic migration was publicised in some geological surveys, colleges, geological units and study classes, attracting geologists interest. Some geologists, including authors of «REGIONAL GEOLOGY» of some provinces (regions), quoted the theory to discuss the problems of tectonic migration in some regions and some subjects (references 3—16). This paper only gives an outline of the tectonic migration theory in order to make public and academic exchanges.

北京地区区域应力场及地壳稳定性研究

THE RESEARCH ON THE RECENT STRESS FIELD AND REGIONAL STABILITY IN THE BEIJING AREA

黄庆华

(地质力学研究所)

宋新初

(浙江省地震局)

内容提要 作者根据北京地区的地震、地质构造、晚近地壳活动等特征,建立了数学模拟模型,并从研究现代地震活动的构造力学条件入手,计算了北京地区现今构造应力场及区内断裂活动性增加时现今构造应力场的调整值,在此基础上建立综合调整影响场。最后根据综合调整影响场分析和比较了北京地区区域地壳的相对稳定程度和北京市地壳的相对稳定程度,指出南口-孙河断裂活动性增加对北京市的地壳稳定性具有较大的影响。

在区域稳定性研究中,首要的问题是地震活动;而地震的产生与地应力场的变化有着直接的关系。地应力是地震发生的主导因素,地震只是一种现象,本质是现代地应力场的急剧变化。因此,研究现今地应力的作用方式和活动规律是研究区域稳定性的关键因素之一。而现今构造应力场则是现今地应力场的最主要组成部分。所以,本文将从反演的构造应力场入手,对北京地区区域稳定性作一分析。

一、北京地区活动断裂特征

对大量资料研究表明^①,北京地区晚第三纪以来的构造运动以断裂活动为主。由于北京地区所处构造部位的特殊性,其活动断裂甚多,其中规模较大、活动性较强、与地震活动关系密切的主要为 NNE—NE、NW、及 EW 向活动断裂(图 1)。

二、晚近区域地壳活动特点

晚近时期以来,由于断裂差异运动的影响,使本区各个时期都呈现不同的构造格局。上第三纪由于黄庄-高丽营、顺义、夏垫等几条断裂的差异运动和宝坻-涿县东西向断裂的影响,使宝坻-涿县东西断裂以南的地区广泛下沉,而北部则呈现京西隆起、北京凹陷、大兴隆起、大厂凹陷的格局。从第四纪开始,北京地区的二隆二凹的局面开始解体,使第四系从西山山前向东逐渐增厚,北京凹陷已不复存在。由于夏垫断裂在此期间活动强烈,使濒于解体的大厂凹陷又剧烈下降,处于剥蚀状态的北京北部地区,进入第四纪后剧烈下

① 北京市地震会战专题成果 1—7 专题。未刊资料。

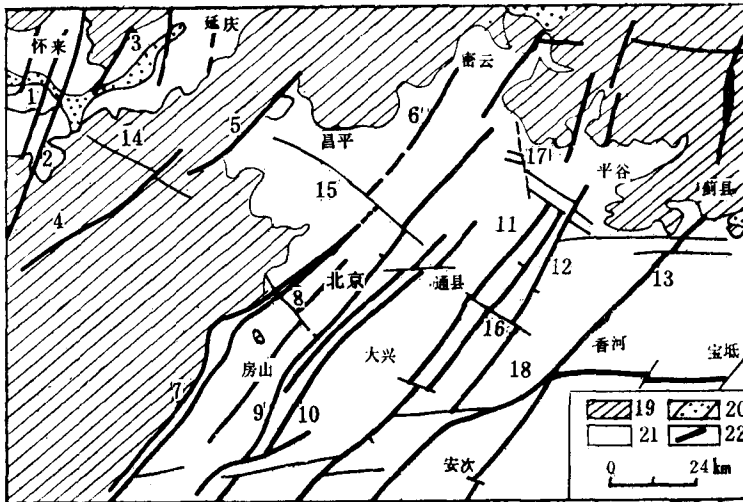


图 1 北京地区活动断裂图

Fig. 1 Sketch map of active fault in the Beijing area

1—南山堡-后郝窑断裂；2—孔涧-大石河断裂；3—狼山-方家村断裂；4—沿河城断裂；5—南口山前断裂；6—黄庄-高丽营断裂；7—八宝山断裂；8—良乡-琉璃河断裂；9—顺义-码头断裂；10—南苑-刁窝断裂；11—燕郊-礼贤断裂；12—夏垫断裂；13—香河断裂；14—施庄村断裂；15—南口-孙河断裂；16—郎府-通县断裂；17—二十里长山断裂；18—涿县-宝坻断裂；19—基岩区；20—水库；21—覆盖区；22—活动断裂

降，堆积了一定厚度的第四系沉积。

三、现今构造应力场方向的确定

区域现今构造应力场是决定区域地壳稳定性的关键因素之一。由许多地震震源机制解

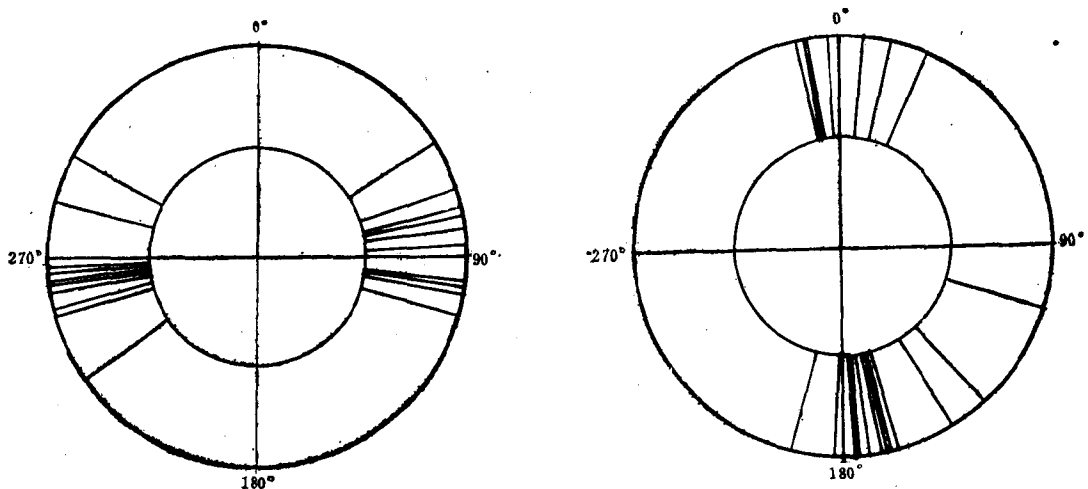


图 2 京津唐地区震源机制解P轴（左）和T轴（右）方位统计图

Fig. 2 Orientation of T-P axis of focal mechanism in the Beijing-Tianjin-Tangshan