

56.54/2083

03592

地质力学文集

第六集

中国地质科学院地质力学研究所 编

2083

地质出版社

地质力学文集

第六集

中国地质科学院地质力学研究所 编

地质出版社

内 容 摘 要

《地质力学文集》是交流地质力学基础理论研究工作以及运用地质力学的原理和方法在生产实践中所取得成果的专门性文集，不定期向广大地质工作者提供这方面的资料。

本集选录论文九篇，主要内容有：对经向构造体系的深入研究；构造体系型式对油气田、煤田以及金属、非金属矿床的控矿研究；利用显微构造和应力矿物确定断裂带性质和位置的方法；构造体系对古地理区系分布关系的探讨以及从古生物生态系统和地壳热动力系统探讨海陆抗建与地壳动力模式问题。

地 质 力 学 文 集

第 六 集

中国地质科学院地质力学研究所 编

地质矿产部书刊编辑室编辑

责任编辑：张义勋

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·全国新华书店经售

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：8⁷/₈ 字数：207,000
1982年12月北京第一版·1982年12月北京第一次印刷
印数：1—3,365册·定价：1.60元
统一书号：15038·新871

目 录

经向构造体系的分布规律及其地质力学意义	吴磊伯、沈淑敏 (1)
古生物地理区系分布特征的探讨	杨雨 (11)
显微构造及应力矿物研究对确定断层的位置及性质的意义	
——以北京西山大安山断层东段为例	刘燕君 (18)
苏州高岭土矿区的构造问题	韩克从 (35)
磁海矿区构造及旋卷动力分异现象的初步分析	张治洮、张开春、李书庆 (58)
大别山北麓斑岩型矿床的构造控制和矿化富集规律的模拟实验	
.....	赵寅震、王成金、梁一宏 (71)
川南区域构造体系特征与油气富集关系	赵从俊、欧振洲 (88)
构造体系对龙南煤田的双重控制作用及其找煤探矿意义	胡心铭、廖日辉 (101)
奥陶纪腕足类和海陆“抗建”	
——试论以破建演替为周期、以蠕动能转换为动力的地质系统	刘第壖 (114)

经向构造体系的分布规律及其地质力学意义

吴磊伯 沈淑敏

早在二十年代,李四光研究地球表面重要变形特征和原因时,曾提到欧亚大陆北部发育着一系列不同时代的经向褶皱,包括乌拉尔、托木斯克、伊尔库次克地向斜等^[1]。他也曾注意中国西南部巍峨的南北向山脉。当时,此类南北向构造被视为由一些刚性陆块支撑的大陆,受着其自身质量力的载荷,自北向南滑动,形成类似横梁弯曲的力学机制,在其北部产生东西向的侧向挤压,即山字型的脊柱构造;此类南北向构造或者被视为围绕刚性地块产生的南北向“之”字形(或歹字型)构造的组成部分。李四光在总结地壳上、特别是东亚地区,重要地质历史时期的建造特点和构造协调变形规律的同时,提出了地壳运动的动力来源主要是由于地球自转速率的变化,即“大陆车阀”的地壳运动制动理论。这种力势与组成地壳物质粘合力的差异性结合起来,李四光科学地预见到:“沿着跟不上重圈转动步调的地区的西缘,应该找到经向挤压带,而在能够跟上重圈速度增加的地区的西侧,应该找到南北向张裂带”^[2]。

五十年代中期,笔者和地质力学所湘南队同志在湖南进行区域地质构造调查时,曾见到纵贯湘南、粤北地区,有一显著的南北向构造带存在,这是在我国首次发现的经向构造体系。需要指出,在黄汲清四十年代初编的一百万分之一的中国地质图南北向构造已有部分的显示。随着区域构造地质工作的不断深入,各地编图工作的进一步开展,地质学家发现这种走向南北的构造带,尤其是褶皱带,广泛分布在我国和世界各地。五十年代,李四光在总结地壳构造的三大类型时,才正式定名为经向构造体系;并曾指出:“关于东西复杂构造带各别的存在,过去已经有所探讨,而关于南北向构造带,至少在中国境内的重要性,乃是一种新的认识”^[3]。近年来,越来越多的事实表明,经向构造体系与纬向构造体系一样,是地壳上一项突出的构造形象,在地壳的结构形式中占有极为重要的地位,经向构造带的活动在某些地带与铁、铀、铬等重要矿产的形成和富集具有非常密切的关系。因此,对于经向构造体系的分布规律、形成和发展的特点,以及反映地壳运动的意义等方面,都有必要做深入的研究和讨论。

一、经向构造体系在我国和世界各地的分布

中国大陆的经向构造体系看来不及纬向构造带宏伟,但分布确相当广泛,其发育的程度具有区域性的特点。秦岭以南的广大地区,经向构造体系十分发育,就现在的认识大体可划分为六个带:由西向东有滇西带、川滇带、川黔带、湘桂带、闽赣带及台湾带^[1]。

1. 滇西带:位于东经99—100°30′之间。循我国著名的横断山脉的主体,包括沙里山、宁静山、怒山及高黎贡山等走向南北的褶皱山系伸展。向南进入缅甸,经阿拉干山

直到泰国西部地区；向北插入秦岭-昆仑纬向构造体系，其主体与青藏“之”字形（或歹字型）构造西支的中段广泛重接复合。它们由一系列南北方向展布的复式褶皱和冲断带组成。这一复式褶皱带的前身为—南北向的巨型拗陷带，即“青康滇缅大地槽”，形成的时期至少可以追索到古生代，甚至元古界晚期。这一构造带的长期发展的历史，控制了多期岩浆活动及变质作用，沿构造带的主要断裂带和褶皱轴，形成了一个强大的南北走向的“岩浆构造变质带”及内生、外生矿床成矿带。沿滇西带，据重力和磁力异常的反映，这一构造带影响到地壳较深的部位。

2. 川滇带：位于东经 $102^{\circ}103^{\circ}30'$ 之间。以贡嘎山、大雪山、岷山、大小凉山和滇中一系列走向南北的褶皱山系为其主体。该构造带往北，似有穿越秦岭，经腾格里沙漠西缘和巴丹吉林沙漠及蒙古人民共和国，向苏联境内继续延伸的趋势；往南直抵红河谷地，越过哀牢山地区后，延入越南、老挝境内，是我国规模最大、持续性最强、变形最为剧烈的一带经向构造体系。它的主要构造形迹，是金矿—元谋断裂带、小江断裂带和安宁河断裂带为主干的，一系列走向南北的压性或压扭性断裂带、复式背斜及密集成束的褶皱群组成。其中，最为醒目的构造形迹，是由前震旦纪结晶岩系和浅变质岩组成的，南北向延伸达二百五十余公里的滇中变质带。这一走向南北的古隆起带，及其中分布散漫的南北向压性断裂和背向斜等，为震旦系不整合，说明前震旦纪晚期已有经向构造体系的成分存在，其雏型可追索到元古代末期的晋宁运动。震旦纪以来，特别是晚古生代以来的整个地质历史发展过程中，川滇带经历了加里东、海西、印支、燕山和喜山等多次构造运动的影响，直到晚近地质时期，活动仍然强烈，是滇中地区主要的控震和发震构造。这一南北向构造带的成生和发展，对滇东和滇西地区不同构造运动时期的沉积建造、区域变质作用、岩浆活动和成矿作用都具有重要的控制意义。矾钛磁铁矿等与基性、超基性岩有关的矿产多沿这一南北向构造带展布。川滇带无疑是影响地壳较深的构造带，沿此带表现为一重力梯度的陡变带，并且有基性和超基性岩体广泛出露。川滇带也是一个高热流的地热异常带，从热流反映地球深部热态这一事实，说明这一巨型构造带可能影响到地壳的底部。

3. 川黔带：位于东经 $106^{\circ}30'108^{\circ}30'$ 之间。东界大体上以黔江—榕江一线为界；西界在重庆—贵阳一线。在这一范围内，走向南北的压性构造形迹十分显著。四川盆地及汉中以东的勉县光头山岩体（石泉、镇巴之间）等地，也有经向构造形迹显露。这一构造带由一系列走向南北的单式或复式褶皱及压性、压扭性断裂带组成。其中，背斜宽缓，向斜紧密，向斜中伴随有大量走向南北的叠瓦式冲断带。这一经向构造带，规模大、持续性强，由重力所反映的深部构造特征显著，形变的强度和幅度也十分可观，但不见有明显的岩浆活动和强烈变质现象。就形成时期来看，震旦纪和寒武纪时期已具雏形，晚古生代和三叠纪末期两次运动，使这一体系逐渐加强以致达到成熟阶段。燕山运动时期构造活动仍然强烈。

4. 湘桂带：展现于东经 $110^{\circ}113^{\circ}$ 之间。北起湖南的涟源地区，南至广西梧州，南北延伸二百余公里。其中，最显著之一带，为“未临南北向构造带”（图1）^[4]。它位于衡阳盆地以南，塔山穹窿以东，由耒阳经桂阳至临武一带。它的主体由走向南北的宽缓背斜和狭窄的向斜及压性断裂带组成，并有北东、北西向两组扭断裂与之斜交，有张断裂与之垂直。起控制作用的褶皱有桂阳泗州山大背斜、桂阳洞水塘背斜、嘉禾大塘背斜、临武土地塘背斜及耒阳龙形向斜、耒阳长坪背斜、郴县羊布坪背斜与嘉禾东溪向斜等。该带中央线

上的褶皱，如泗州山背斜、洞水塘背斜及大塘背斜等，其轴线并非位于同一南北线上，而是略呈错列之势。与褶皱相伴生的逆断层或挤压带，常属高角度逆断层一类，断面大多数向东倾斜。其中占控制地位的逆断层有水口山区逆断层、烟州-荫田-阳隔洲逆断层、桂阳中和圩逆断层、茅栗圩-十字铺-香花岭逆断层及天风一大鹏区逆断层等，这几条主干逆断层或逆断带正是“来临南北带”的中央线，也是泗州山背斜与洞水塘背斜的轴线所在。这一构造带中，线状褶皱束不发育，多为短轴状、箱状褶皱和隔槽式褶皱，总体展布形式也较为散漫。湘桂带自晚古生代时期就有南北向海槽出现，三叠纪末期的印支运动，对该构造带的形成起了重要作用。燕山运动时期仍有强烈活动，伴有酸性岩侵入，成为本区矿化的主要时期。这一构造带向南经海南岛延伸至南海西缘；向北有可能经江汉盆地、南阳盆地、嵩山，与山西陆台的经向构造带相接。

5. 闽赣带：出现于东经115—118°。这个带主要由走向南北的褶皱、挤压性或压扭性断裂及一部分燕山期花岗岩带组成。构造形迹比较微弱，而且比较分散。它影响了侏罗纪盆地及新生代盆地。

6. 台湾带：位于东经 119°30′—122°。主要形成于中、新生代时期，伴随有中酸性岩浆活动。这个带向南持续延伸直达吕宋。

秦岭以北的经向构造体系，自西向东可分为三带，即贺兰山带、山西带及牡丹江-老爷岭带。

1. 贺兰山带：位于东经 105—107°之间的陕、甘、宁交界地带。由一系列走向南北的复式或单式褶皱为主体，伴有同方向的压性断裂带。贺兰山褶皱带，奥陶纪以后开始褶皱隆起；形成一走向南北的复式隆起带，这一隆起带的建造特点和变形规律，反映了贺兰山褶皱带自上古生代以来，不同构造运动时期的演化历史。

2. 山西带：山西地区为一大致走向南北的地块，即“山西陆台”。它由西向东逐步抬起，并伴随有局部陷落。山西陆台的东侧隆起带为太行山“陆梁”；陆台的西缘为吕梁山褶皱带，它控制着黄河的流程，使黄河由东西骤然折向南北。山西陆台的中间，分布着一些规模和褶皱幅度都比较小的褶皱群及压性断裂带，断裂带逆钟向的平移运动，致使被切

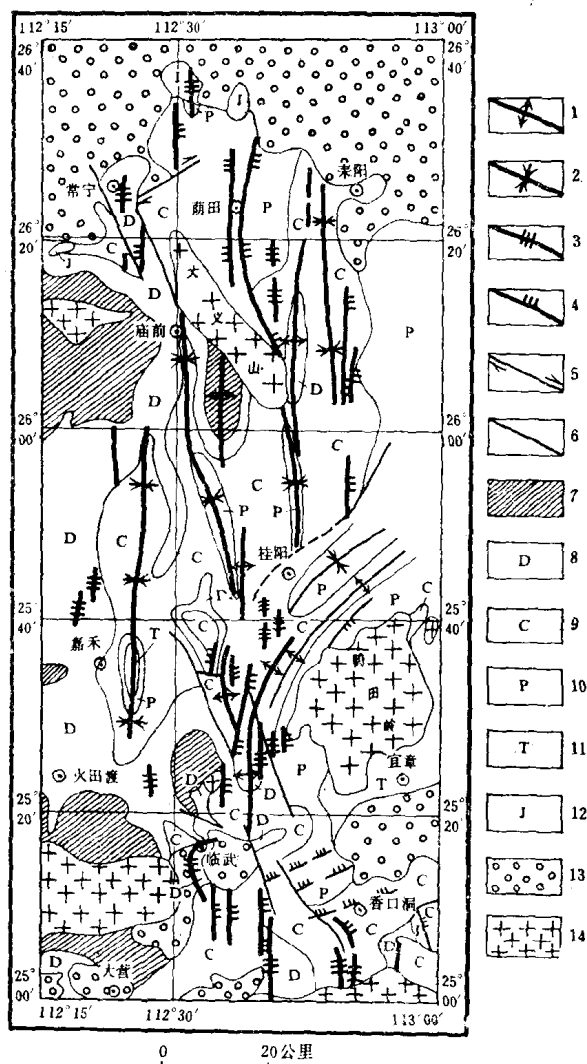


图 1 来阳—临武南北向构造带简图

(据地质力学所)

1—背斜轴，2—向斜轴，3—挤压带，4—逆断层，
5—拆断层，6—性质不明断层，7—前泥盆系，8—
泥盆系，9—石炭系，10—二叠系，11—三叠系，12—
侏罗系，13—白垩—老第三系，14—花岗岩

截的华夏系构造成分呈“S”形扭曲。这一构造带大体位于东经 $111^{\circ}30'$ — 115° 之间。

3. 牡丹江-老爷岭带：位于东经 127° — 131° 之间。在张广才岭、小兴安岭及老爷岭等处，走向南北的压性构造形迹显著，其中以老爷岭南北向构造带最为发育，它控制元古代变质岩和前震旦纪至晚古生代花岗岩分布。这一南北向古隆起带在元古代末期已基本形成，它控制了古生代沉积，同时伴随有燕山晚期形成的南北向压性断裂带。这一经向构造带向北伸驰到苏联的布列亚盆地东缘；向南同朝鲜半岛东岸的南北向构造带，日本九州岛西部的南北向构造带遥相对应，构成了一个较为强大的经向构造体系。

在亚洲大陆，已知的巨型经向构造体系^[6]还有：

1. 死海-约旦河谷经向带：出现在东经 $34^{\circ}30'$ — 37° 。由亚喀巴湾延伸到土耳其南部，构成地中海东部边界。这是一个中生代末期形成的隆起带，于早第三纪末期形成经向张裂带。

2. 乌拉尔经向带：位于东经 60° 左右（这里是欧亚两洲分界地带）。是一个自元古代以来长期发育的南北向海槽，至古生代末形成强烈的挤压带，沿断裂带有大量花岗岩及超基性岩分布。这一经向带向南延伸至伊朗、阿富汗交界处。

若干显著的南北向构造带出现在大陆的边缘地区。太平洋西岸，东亚大陆边缘地区发育的经向构造带，除台湾-吕宋带外，还主要有：

1. 库页岛-伊豆经向带：位于东经 140° — 144° 。由一系列南北向复式背斜和挤压性、压扭性断裂带组成，伴随有新生代花岗岩及超基性岩侵入。

2. 堪察加经向带：位于东经 $155^{\circ}30'$ — $157^{\circ}30'$ 。主要为元古界、古生界及中生界组成的南北向复背斜，有中、新生代花岗岩侵入。

3. 在东经 170° 附近，有一沿南北向隆起带发育的火山群。

太平洋东海岸，南北美西部著名的恩迪特拉、落基和安底斯褶皱山系以及它的前身，科迪勒拉及安底斯地槽，是挤压性或扭压性的巨型经向构造带。

中生代末期或第三纪初期以来，地壳上出现一些走向南北的巨大张裂带，除前述亚洲西部的死海-约旦河谷之外，集中展现在欧非大陆及印度洋、大西洋等海域。如东非东部大裂谷、西欧的隆河河谷、莱茵河谷直到斯堪的拉维亚大断裂，都是张性经向破裂带的典型例子。印度洋中间海岭和纳喀代夫、马尔代夫等群岛、大西洋中间“之”字形海岭和太平洋东部海岭，都存在着沿经向方向发展的张裂带。

总观经向构造带在世界各地的分布（图2），我们发现，巨型经向构造带，主要是挤压带，在某些情况下并非严格坚持南北走向，在其成生和发展过程中，由于不均匀的东西向强烈挤压作用，常常形成“之”字形构造重接复合在经向构造带之上，或包容一些弧顶向西突出的山字型构造，使经向构造带的总体形象呈纵向正弦曲线状，而总体走向坚持南北。这种奇异的现象愈近低纬度区愈为突出。

强大的滇西经向构造带与川滇经向构造带，向北延展，部分地向北西弯转，插入西藏高原及青海地区；往南，一部分构造形迹向东南弯曲，与印尼弧形构造相连，整体构成青藏“之”字型构造。这一超巨型的构造体系广泛重接复合在中国西部的滇西和川滇经向构造带之上。滇西和川滇经向构造带，尽管受到形成之字形构造运动的巨大影响，使某些部分受到了改造，但其中主要部分仍然是走向南北的。

另一个雄伟的例子发生在北美大陆西部的科迪勒拉褶皱山系或隆起带，这一经向构造

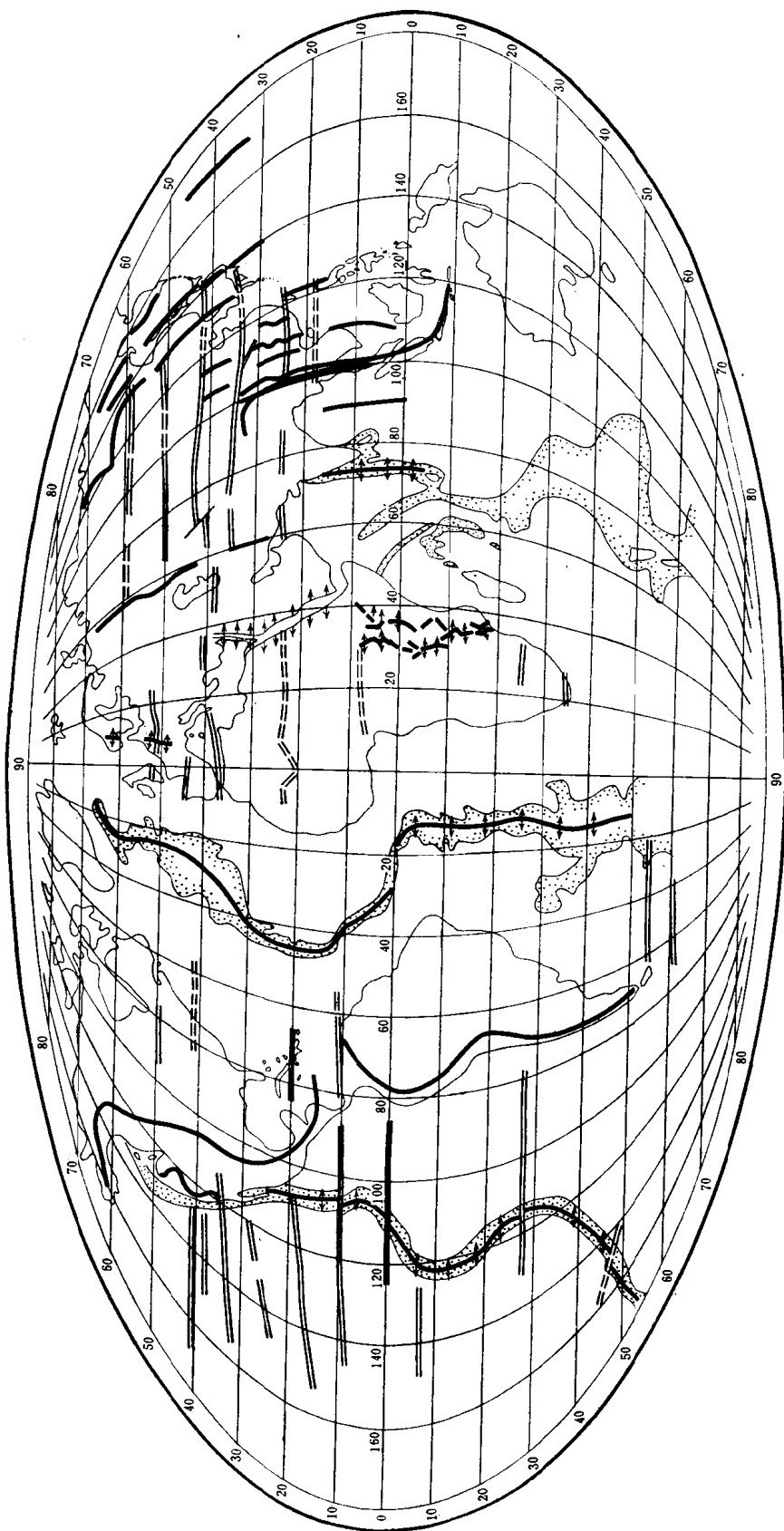


图 2 世界经向构造体系分布简图
(据李四光原图^[1]编绘)

带中间最宽的一段走向南北，由于阿拉斯加-加勒比海—超巨型“之”字形构造重接复合其上，北段和南段形成了弧形褶皱，其总体形象与所述中国西部地区强大的“之”字形褶皱带的形象颇为类似。北美西部还可能有一个弧顶向西突出的山字型构造复合在科迪勒拉南北向构造带之上。它的前弧沿“海岸山脉”伸展，北起奥林匹亚穹窿的周围，南抵洛杉矶以南。前弧的顶点在门德西诺角附近，它的两头都呈现着反射的型式。正对着前弧的顶点，出现走向东西的前寒武纪地层的隆起带。南美西部，南北走向的安底斯褶皱山系，其北段显现向西突出的弧形，弧顶的内侧，亚马逊河槽地的两旁，有走向东西的构造线，是它的脊柱，总体构成一个完美的弧顶向西突出的山字型构造。

我国秦岭以南地区较具规模的经向构造带上，常见有弧顶向西突出的山字型构造或弧形构造。如包容在川滇经向构造带中的易门山字型构造^①。该山字型的前面弧展布在易门县城及其以西地区。前弧北翼发育于易门以北的禄丰、罗次地区。在禄劝、武定及其西部地区，形成一个向东突出的反射弧。前弧南翼构造处在易门、峨山等处，在峨山和化念农场一带构成南翼反射弧。易门山字型的脊柱，位于易门以东，滇池以西，安宁和晋宁一带地区，此区昆阳群、震旦系中的东西向褶皱和冲断层集中分布在弧顶构造内侧。湘桂经向构造带中，有两个显著向西突出的弧。其一为祁阳山字型构造。出现在衡阳盆地之西侧，弧顶位于祁阳县城之西的四明山与牛头寨一带。南北两翼分别为祁阳至零陵，以及祁阳至邵阳两区的弧形褶皱束，前泥盆系至中生代地层都一并卷入这个弧形褶皱中。山字型的脊柱位于前面弧内侧，在衡阳盆地中伸展。其二为桂林弧。位于祁阳山字型之南，弧顶在桂林附近。其规模与祁阳山字型相仿，因没有发现明显的脊柱构造，暂定为弧形构造带。另一个弧顶向西突出的山字型构造，出现于闽赣经向构造带上，北自峡江的流源，南经吉水的白乌岭、芦溪岭至邱坡一带，是为山字型的前面弧。前弧脊柱位于乌江至招携街一带。

牡丹江-朝鲜东海岸经向构造带的北端，苏联布列亚盆地附近，也存在一个弧顶向西突出的，具有相当规模的山字型构造。它的脊柱为一组北东和北西走向的扭断裂。

二、经向构造体系的分布规律和成生特点 及其所反映的地壳运动方式和方向

总观经向构造体系在我国和世界各地的形成、演化规律，得到以下几点认识：

1. 经向构造体系是切穿海陆、遍及全球的巨型构造体系。它与环球性纬向构造体系构成全球构造的基本格架，它们形成的方位与地球旋转轴有着显然的成因联系。在形成时期上，早期经向构造体系略晚于纬向构造体系。经向构造体系，尤其是规模较小的区域性经向构造带，多被限制在纬向构造带之间，有时插入纬向构造带，但很少全面地改造它们所通过的那一部分纬向构造体系，因此使得某些地区，例如中国秦岭南北地区，经向构造带的连续性较差。另外，这两类构造体系都经历了多期构造运动的历史演变，新老构造形迹相互切截，较强的纬向构造体系的平移运动，也可能是经向构造带呈现不连续现象的一个重要原因。这种平移现象，在太平洋东部趋于明显，那里很多南北向的磁异常带，由于门罗西洛等断裂带的平移，发生顺钟向的平移错动。

^① 张长华，1979，〈滇东地质〉第七期。

2. 组成经向构造体系的构造形迹比较复杂。它的主体为走向南北的张裂带和各种不同形态、不同等级的挤压带，其中的断裂带多数显示压扭或张扭性的特点。在巨型经向构造带上，常发育有近南北向的之字形构造和弧顶向西突出的山字型构造或弧形构造。经向构造体系力学性质上具有明显地分区性的特点。在东亚大陆和南北美洲，尤其是太平洋沿岸的大陆边缘地区，都是挤压性的。它们的组成成分，除走向南北的挤压带，包括单式或复式的剧烈褶皱和压性断裂外，还有扭断裂与它斜交，张断裂与它垂直。在欧非大陆、亚洲西部的经向构造带及大洋中脊，都是张裂性的破裂带。李四光对这种现象产生的力学机制早有论述。他认为大陆块与基底固着的程度不一定是均匀的，当地球自转速率发生变化的时候，在纬向惯性力的作用下，不以同一步调跟着地球的旋转加速前进的两个毗连部分之间，就会发生相对向东或向西的滑动，由于两侧受到了太平洋地块的刚性抵制而产生强烈的挤压带，它们的中间地区受东西向引张作用而形成张裂带。壳层之间粘滞度的这种差异性产生的原因，是近代地质学和地球物理学攻研的重要课题。它们可能是由于地壳和上地幔的结构和组织非均一性，也可能是由于地热等温面的埋藏深度的不同，而使其上托浮的地壳具有不同的强度。限于研究程度，目前还不能做出肯定的结论。

经向构造体系反映区域性构造运动的特点也是明显的。一般说来，纬向惯性力的大小应该与纬度圈半径成正比。在亚洲大陆的南部和南北美洲大陆中间地带，经向构造体系常演化成之字形构造和弧顶向西突出的山字型构造，表明低纬度地带迅速向西滑动的大陆块，受到局部刚性地块的阻挡，而发生了步调不一致的运动的结果。中国秦岭以南地区展现的数条经向构造带，在西部地区，大多是延展稳定的、强烈的线状褶皱，它们形成时间早、活动时间长，影响地壳的深度大，岩浆活动、变质作用持续时间长。向东逐渐过渡为褶曲微弱、宽缓的短轴状背斜和向斜，且分布松散、断续成带。在东部地区，不见有显著的变质作用和基性、超基性岩体出露，构造带发育的时间也渐晚。这种沿东西方向呈规律性的变化趋势，反映了中国大陆南部，由东向西的快速滑动受到了印度地块东缘的阻挡所致。此外，南岭纬向带西宽东窄的特征、南岭上一列正弦状山字型构造西强东弱的特点，也反映了相同的规律性。

3. 经向构造体系最初形成的时间仅晚于纬向构造体系。就亚洲大陆地区而言，其形成时间，最早可追溯到前震旦纪，直到晚近时期仍有强烈活动。太古代绿色岩带是地壳早期形变的特征性标志，其空间展布的定向性和区域性特征，是太古代构造体系存在的具体表现。在低纬度地区，下绿色岩带的分布和出露，主要沿南北方向伸展。如冈瓦那大陆西澳地盾的伊尔冈地块和皮尔帕拉地块、南印度半岛地盾、南非的开普地盾以及罗得西亚地盾、基性、超基性及少量中基性火山沉积岩，沿南北向分布的特点异常明显。太古代侵入杂岩体或变质火山岩带，就是太古代或元古代经向构造体系中张性或张扭性断裂带的明显标志^①。这一类构造体系大都经历多次构造运动和长期、复杂的历史演变，但是各个时期所形成的构造形迹都坚持南北走向，这是地壳运动史上一项极为重要的事实。

4. 巨型的经向构造带都影响到地壳较深部位。沿经向构造带常有大量的基性和超基性岩贯入，也常常是重力梯度带和航磁异常带反映明显的地区，说明这类构造在深部的反映是清楚的。

① 据吴震寰。

构造体系的形成和发展与深部构造和地壳结构的关系, 还是一个正在探索的问题。不过我们知道, 地壳表层形变应该与地壳深部的物理化学过程密切相关。近代地热学的一个重要理论成果, 阐述了地壳的活动性与其深部的热态有着内在联系。反之, 构造体系的形成和发展, 对地壳深部结构和组分产生的影响, 也会在地热异常上有所反映。某些地球物理资料已经证明, 热流是反映地球深部热态的。

世界巨型经向构造带展布的地区多是高热流区。其中, 堪察加半岛2.4热流单位。北美洲西部和亚洲东部具有相似的热态, 美国的东部地区是正常热流区, 平均1.2热流单位; 西部地区是高热流区, 平均1.9热流单位。整个南北美西部地区是高热流和高温热水地带。大的南北向裂谷和大洋中脊都是高热流带。东非裂谷4.4热流单位, 大洋中脊平均2.5—3热流单位, 最高达8热流单位^①。东太平洋海岭热流数值为3.06—8.09热流单位。其壳下层或上地幔具有较高的温度。显然, 这种具有高热流值的经向构造体系展布区, 应该是熔融物质埋藏较浅的部位, 这些地壳的脆弱带有利于地壳变形, 而各种方式的变形牵涉到地壳较深部位时, 又可以使熔融的岩浆上涌。这是一个问题的两个方面, 它们可以间接的说明经向构造体系所影响的地壳深度。

5. 经向构造体系的分布, 呈明显的等间距性。它们既有全球性分带的特点, 也表现了区域性的分带特点。全球性巨型经向构造带有八条, 它们每隔40°左右出现一带。亚洲地区, 具有一定规模的经向构造带, 每隔10—20°左右出现一带。中国秦岭以南的经向构造带则每隔4—5°个经度出现一带, 它们象陆地的波浪一样, 由东向西推进, 其波峰隆起成山, 呈现明显的褶皱挤压带, 波谷比较宽缓, 一个波长大约占据4—5°个经度范围。

地球上这种呈等间距分布的构造带或带状山脉的存在, 引起了人们的极大兴趣。力学家达尔文曾经从理论方面论到地壳表面上有互相平行、走向东西的山脉出现的可能性, 认为这种协和山脉的成生是受到一种协和函数的控制。这种论述, 在当时只是针对地球表面形象而言, 根据地球表面有协和山脉存在的假定, 计算了与重力有关的调和函数控制下的球壳应力分布规律。后来, M. B. 斯托瓦斯, 将地球自转时离心惯性力的势函数 $U = \frac{1}{2}\omega^2(x^2 + y^2)$ 分做两部分来处理:

$$U_1 = \frac{1}{3}\omega^2(x^2 + y^2 + z^2)$$

$$U_2 = \frac{1}{6}\omega^2(x^2 + y^2 + 2z^2)$$

他认为 U_1 是与纬度变化无关的项, 只有 U_2 随纬度变化, 对 U_2 这个势函数取偏导数可以得到“变形力”, 它直接决定地球变形时的扁率。这种变形力及其“势”都是地球上的“带球函数”, 它在地球上不同的纬度存在零值带, 即所谓的“临界纬度”, 它控制了纬向构造带的分布。既然高级调和函数控制纬向构造带的产生, 那么就没有理由排除纵调和函数控制经向构造带的产生。如果纬向惯性力场也存在势函数, 它所对应的变形力及其“势”满足调和方程, 是球壳上的“扇球函数”, 它在地球上的不同经度位置也存在零值带^{[8][9]}。但是无论“带球函数”或“扇球函数”, 它们所表达的惯性力或其增量, 都是一种体力, 这种理

① 地质力学所地热组, 1979, 地热研究与地壳运动有关问题的讨论。

论既没有涉及地壳内的物质，也没有考虑到边界条件等方面的问题，因此也就无法解释地壳内的应力场及其产生的构造变形规律。

近年来，有人从数学、力学方面进行全球构造应力场的模拟，研究地球自转加速或减速过程中地壳中的应力分布规律。王仁采用内部为不可压缩液体的分层对称弹性模型，计算了由于 $\Delta\omega/\omega$ 长期变化的离心惯性力所引起的全球应力场^①。计算结果，地球自转加速时，高纬度地区发生东西向的挤压力，中、低纬度地区产生东西向的引张力。东西向的正应力，愈近低纬度地区来得愈大，即地球旋转加速时，地球扁率加大，越近赤道地区这种趋势越为显著。如果 $\Delta\omega/\omega$ 的长期变化率保持 10^6-10^7 年，在低纬度地带，东西向的拉应力可以积累几十公斤/厘米²，足以引起南北向的拉破裂。这种理论解，对于现实的地质构造现象，似乎可以做出一些解释，前面已经提到，经向构造带发育的程度和变形特征，表明越近低纬度或赤道地带，纬向力越大，某些陆块向西滑动的趋势也就越大。上述力学模型可以用来说明这些地区所产生的大破裂带，而且由于地壳各处粘滞度的不均一性，张裂的速度不同，沿经向方向形成一些挤压区或引张区的可能性是存在的。

关于全球构造应力场及构造带的等间距性，有人试图采用流变模型进行研究，这方面的工作对于理解地质构造形成的力学机制是具有实际意义的。目前这项研究工作还存在很多困难，但是我们相信，通过力学工作者与地质工作者的共同努力，这方面的研究定会取得突破性的进展。

三、洋中脊有关地质构造问题的讨论

板块构造假说是建立在地幔热对流的基础上而提出的大地构造理论。它以海底物理学的某些新发现，论证了地壳水平运动的主导性，解释了大洋、特别是太平洋中发生的一些地质和地球物理现象。但是人们针对一些地质事实也提出这样或那样的质疑，包括驱动板块大规模运动的上地幔的热对流是否存在等基础理论问题。这里不想对板块构造理论做全面的评述，只想就经向构造体系有关的问题做些讨论。

板块假说的提出主要依赖于海洋地质学的研究。在大西洋、印度洋及东太平洋地区存在一些海底山脉，即所谓的洋中脊。这些洋中脊的顶峰都存在着中心断裂谷。他们认为这些大洋中脊和隆起的山岳地带是由于地幔对流上升部位造成的。向上的对流体对着地壳往上冲，其时，对流体便分成两支把地壳拉开，并产生大西洋中脊中见到的中间断裂谷。张大的裂缝被上升的对流体带来的地幔物质所充填，溢出的地幔物质就形成了洋中脊。上升到地表的地幔物质熔点降低，部分变成了熔岩，这种熔岩就形成了海底火山和洋底地壳。新形成的地壳和覆盖其上的火山岩逐渐被分向两边的对流体，往东西两个方向被带走，在大陆的边缘向下拖拽形成深海沟，顺着海沟重新沉到地幔中去。这一概念的基本点：洋中脊是由于局部地幔物质上冲而被撕裂；洋壳总是在不断更新着、运动着。但是，一部分海洋地质学者和地球物理学者对洋中脊的地质构造所提供的事实，却得出了一些相反的结论。以大西洋中间海岭为例，提出以下几点事实进行讨论：

1. 这一洋中脊的岩性是不均一的，除火山岩外，还打捞出其他火成岩、变质岩及

① 王仁，1979地球自转速率变化推动全球构造运动的可能性。

被烘烤和蚀变的岩石。火山岩具有明显的岩浆分异现象。在玄武岩中经常见到沉积岩夹层^{[10][13][12][11]}。

2. 沿洋中脊的岩石年龄并不符合轴部最年轻的假设^[10]。

3. 在同一个地点的垂直剖面上,玄武岩基底的磁异常可发生多次变化,且发生磁倾角的正反颠倒,说明同一地点的玄武岩,并非同一时代的岩墙贯入式产物,而是由许多平的岩流迭置而成,其间还可夹有沉积岩夹层^[10]。

此外,在印度洋中间海岭中,还发现有大陆壳的残余物质。

以上事实说明,沿洋中脊并非不断更新的原始洋壳,由此而推论的海底扩张和岩石圈消亡等概念都缺乏可靠的依据。

洋中脊具有坚定的方向性,而且与遍及全球的经向构造带及其他重要构造形迹,表现了十分协调一致的规律性,这就使我们无法把它的成因与全球的经向构造运动隔离开来。

参 考 文 献

- [1] 李四光, 1926, 地球表面形象变迁之主因。中国地质学会志, 第5卷, 第3—4期。
- [2] 李四光, 1929, 东亚一些构造型式及其对大陆运动问题的意义。英国《地质杂志》, 第66卷, 第782期。
- [3] 李四光, 1959, 东西复杂构造带和南北构造带。地质力学丛刊, 第1号。
- [4] 吴磊伯等, 1959, 湘南地质构造系统的初步分析。地质力学丛刊, 第1号。
- [5] 李四光, 1972, 天文、地质、古生物, 资料摘要(初稿)。科学出版社。
- [6] 亚洲地质图编制组, 1978, 亚洲主要构造体系特征。地质学报, 第三期, 科学出版社。
- [7] 中国主要构造体系图编制组, 1979, 中国主要构造体系, 地质出版社。
- [8] 潘立宙, 1977, 地质力学的力学知识。地质出版社。
- [9] M. B. 斯托瓦斯, 1959, 地球自转的不均衡性—地球型态及大地构造因素。地质力学丛刊。
- [10] Macdougall(1971) J. Ewing (1970) Furon (1949) Wanless (1965), 1972, A. A. P. G. Bulletin. V. 56, №. 2.
- [11] Reith. M. L., 1972, Ocean Floor Convergence Contrary View of Global Tectonics. Jour. Geol., V. 80.
- [12] Gilluly. J., 1971, Plate Tectonics and Magmatic Evolution Geol. Soc. Am. Bull. V. 82.
- [13] Engel. C. G and R. L. Fishes, 1975, Granitic to Ultramafic Rock Complexes of the Indian Ocean ridge System, Western Indian Ocean. Geol. Soc. Am. Bull. V. 86.

古生物地理区系分布特征的探讨

杨 雨

关于古生物地理区系分布规律的研究,大约开始于本世纪初叶。但是,直到五十年代,由于板块构造概念的提出,这一方面的研究迅速发展起来,形成一门被称之为“生物地理学”的新学科。

半个多世纪以来,特别是近三十年来,从事这一方面研究的学者,曾经进行过多方面的探索,发表过许多很有价值的论著。在它们之中,多数是以板块构造理论及古地磁资料作为立论根据的。在这一方面,卢衍豪等(1976)曾做过较为系统的回顾和介绍^[1],并结合我国奥陶纪古地理区系分布特征,创立了“生物—环境控制论”的新说。

笔者认为,在目前众多的古生物地理区系观点中,能够比较全面、合理的解释某一地质时期全球性规律的意见,还没有形成,更不要说去建立适于迄今为止的全部地质历史演变过程的全球性模式了。但是,下面的现象却应该引起重视,值得进一步研究:

1. 在地质历史演变过程中,一些古生物(古动物或古植物)地理区系的分布,往往与某些巨型或超巨型构造体系的展布范围及其构造型式的轮廓相吻合;
2. 巨型、超巨型构造体系及全球性构造多数情况下与生物大区的分布一致,它们的次级构造或发育其间的其它构造型式常常分划为生物分区;
3. 不同类型生物群的混生,或压盖现象,多数发生在空间上同时并存,时间上平行或部分平行发展的两个或两个以上构造体系的复合部位。

上述情形的发生似乎表明,构造体系的成生发展对于古生物地理区系的形成与分布有着深刻的影响。

一、典型实例简介

在整个地史过程中,构造体系控制古生物地理区系分布的实例相当普遍,现仅择其中几个较为突出的典型实例概略介绍于下。

我国晚三叠世时期的陆相植物群,有两种截然不同的类型,即:拟丹尼蕨—贝尔瑞蕨(*Danaeopsis-Bernoullia*)植物群和网叶蕨—格子蕨(*Dictyophyllum-Clathropteris*)植物群,前者又称延长植物群,或简称北方型,后者则称作南方型。这两个植物群,不论在我国还是在海外,其地理区系分布大生物区受纬向构造体系控制,小生物区受扭动构造控制的特点十分明显(图1)。

纬向构造体系属于环球构造,具有按纬度等间距分布的特点。这一类型的构造发生早,发展历史长,在地史过程往往具有与现今较为接近的地貌特点,成为对植物生长环境控制作用发生深刻影响的重要因素。它们在我国主要是阴山—天山纬向构造体系、秦岭—昆

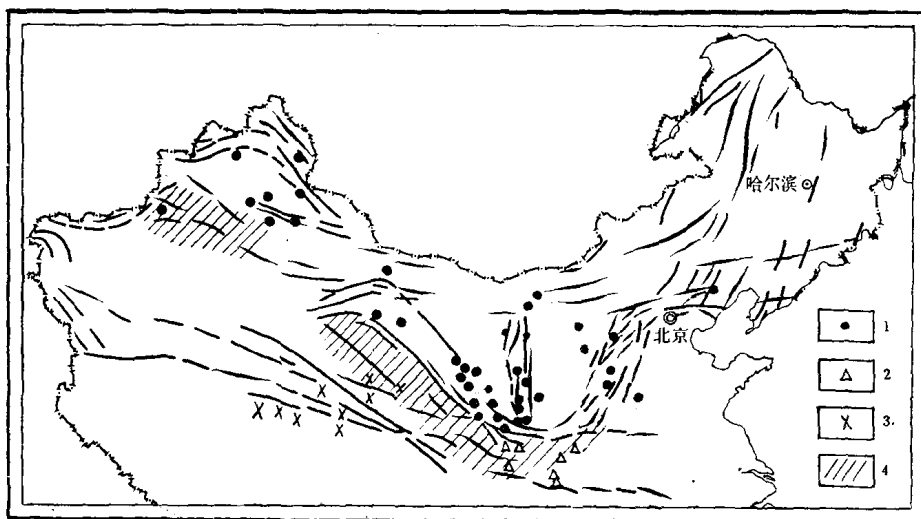


图 1 中国北方晚三叠世古生物群分布示意图

1—延长植物群（北方型）；2—须家河植物群（南方型）；3—海相动物群；4—混生区

仑纬向构造体系和南岭纬向构造体系。这三个纬向构造体系对上述两类植物群的地理分布有明显的控制作用，成为不同类型区系分布界线。北方型分布在秦岭—昆仑纬向构造体系以北，南方型则分布于其南，在它们之间往往形成混生区。

在晚三叠世植物群地理分布大区受纬向构造控制的前提下，由于受到扭动构造的影响，又分为若干规模较小的次级区域。延长植物群在我国北方的分布充分地揭示了这一事实。例如，可以看到延长植物群集中分布于祁吕贺兰山字型构造体系展布范围内，并具有与该山字型构造相似的形象；另一个地理区在新疆北部和托洛盖、准噶尔、伊犁和吐鲁番等地，这个地区的晚三叠世植物群属延长植物群，亦称小泉沟植物群，属种比较单调，不够十分典型，它的地理分布南界不超过天山山脉。确切的说，这个植物群在我国境内的分布仅与欧亚山字型东翼反射弧的展布相吻合。同时在天山以南拜城、库车一带形成一个混生植物群。相类似的情形在欧洲的瑞士和奥地利也有发现^[2]。

在我国北方，早二叠世时期的古生物群主要有：中期华夏植物群（A期）、安格拉植物群、茅口动物群和哲斯动物群。它们的时代或大体相当，或比较接近。其地理区系分布各具特色。

就当前掌握的资料，中期华夏植物群（A期）的分布，有两个最主要的区域，其一为包括祁连山、龙首山、秦岭、吕梁山、恒山及贺兰山等的广大地区，构成一个与祁吕贺兰山字型构造展布基本一致的早二叠世中期华夏植物群（A期）地理区^①。另一个中期华夏植物群（A期）的地理区大致分布在北起大兴安岭，南至山西及鄂尔多斯盆地的广大地区，总体分布与华夏系的展布大体一致（图2）。并且，由于华夏系与祁吕贺兰山字型构造体系东翼在山西及鄂尔多斯相复合，因而这一地区的中期华夏植物群（A期）格外繁盛。

安格拉植物群地理分布以阴山—天山纬向构造体系为界，其南仅在祁连山区及龙首山区有零星分布。其总体分布与伊犁库茨克山字型及蒙古弧形构造带的展布一致。

① 目前对祁吕贺兰山字型构造体系的成生时期有两种认识，一种意见认为发生于印支期，另一种意见根据二叠纪古地理图反映出来的古地貌特征，认为至少在二叠纪初已具雏型。

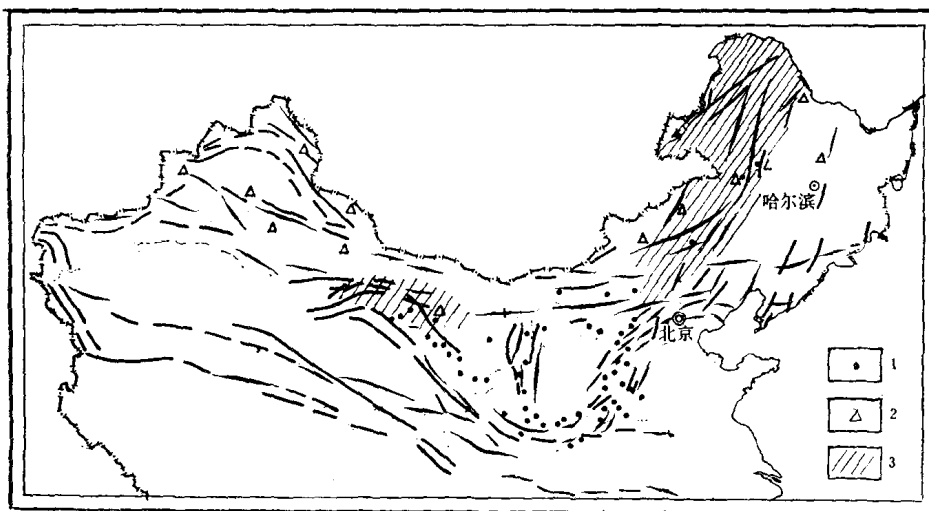


图 2 中国北方华夏植物群和安格拉植物群分布简图

1—中期华夏植物群 (A期); 2—安格拉植物群; 3—混生区

值得注意的是, 由于控制北方中期华夏植物群 (A 期) 的华夏系及控制安格拉植物群的蒙古弧形构造带的东翼在大兴安岭地区相复合, 因此在该区造成一个范围相当广泛的混生植物区。

北方茅口动物群及地质时代大致相当的哲斯动物群的地理分布, 是构造体系控制古生物地理区系分布的又一突出实例。如图 3 所示, 茅口动物群的地理分布也有两个区域, 在西部是巨大的青藏歹字型构造体系的展布范围, 在东部是华夏系展布的大兴安岭及山西地区。而哲斯动物群不仅分布在阴山—天山纬向构造体系以北, 并且与蒙古弧形构造带复合。有趣的是, 当控制茅口动物群地理分布的华夏系与控制哲斯动物群地理分布的蒙古弧形构造带在大兴安岭地区发生复合时, 在该区也形成一个混生动物区。应该引起注意的是当这两个构造体系在苏尼特右旗、四子王旗、镶黄旗、正镶白旗及正蓝旗一带首先相遇

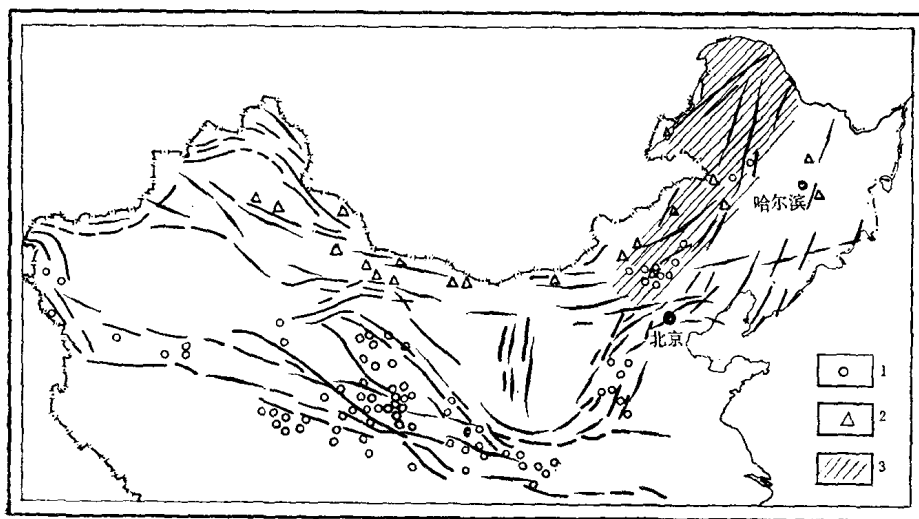


图 3 中国北方茅口动物群和哲斯动物群分布示意图

1—茅口动物群; 2—哲斯动物群; 3—混生区